FAMETRO
CENTRO UNIVERSITÁRIO

Tópicos de Engenharia Civil

Organizadores

SUELÂNIA CRISTINA GONZAGA DE FIGUEIREDO

FABRÍCIO DE AMORIM RODRIGUES

LUCIANE FARIAS RIBAS

Editora Poisson

VOLUME 2

Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo
Fabrício de Amorim Rodrigues
Luciane Farias Ribas
(Organizadores)

Tópicos Especiais em Engenharia Civil – Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2023

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial
Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
Msc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Comitê Científico
Engª. M.Sc. Aline Araújo da Silva – UFAM
Engª. Drª. Samantha Coelho Pinheiro – UEA
Engº. M.Sc. Samuel Antão Ferreira do Nascimento - UFAM
Engº. M.Sc. Frank Albert Araújo – UFAM/AMTech
Engº. Drª. Natasha de Paula Amador da Costa – COPPE/UFRJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T674
Tópicos especiais de Engenharia Civil - Volume 2/ Organização: Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo, Fabrício de Amorim Rodrigues, Luciane Farias Ribas. Belo Horizonte – MG: Editora Poisson, 2022

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-320-1
DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil 2. Inovação. 3. Tecnologia
I. FIGUEIREDO, Suelânia Cristina Gonzaga de
II. RODRIGUES, Fabrício de Amorim III. RIBAS, Luciane Farias IV. Título

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

Organizadores

Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo

Possui graduação em Economia, mestrado em Desenvolvimento Regional e doutorado em Ciências da Educação. Atualmente é Coordenadora de Pesquisa e Extensão do Instituto Metropolitano de Ensino-IME, atuando principalmente nos seguintes temas: Sustentabilidade, Pesquisa, Iniciação Cientifica, Articulação entre Pesquisa, Ensino e Extensão. Autora do Projeto Produzir e Publicar.

Fabrício de Amorim Rodrigues

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Amazonas (2008) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2015). E atualmente coordena do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Fametro.

Luciane Farias Ribas

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de janeiro. Desenvolve pesquisas na área de Engenharia civil, com ênfase em estruturas e materiais de construção, principalmente na pesquisa dos seguintes temas: Beneficiamento e reaproveitamento de resíduos de construções e demolições, argamassas, concreto de alto desempenho, concreto autoadensável, concreto leve, concreto reforçado com fibras e técnicas de microanalise de materiais. Atua, também, em trabalhos na área de gestão na construção civil, Modelagem da informação na Construção Civl (Building Information Modeling - BIM) e Construção Enxuta (Lean Construction). Busca sempre alinhar suas pesquisa para produzir conhecimento que promova o desenvolvimento sustentável no ambiente construído e urbano.

Prefácio

Na jornada da graduação os alunos desenvolvem habilidades e competências que os capacitam a desenvolver um conhecimento mais técnico sobre qualquer tópico da área da engenharia. Neste volume abordamos alguns tópicos desses conhecimentos empregados no desenvolvimento de técnicas na área de engenharia civil.

A estruturação dos artigos foi baseada em uma metodologia de "Escrita Acadêmica Ágil", desenvolvida especificamente para quem nunca escreveu um artigo científico, isso por que nós, do Grupo Fametro, acreditamos que a ciência é para todos, e criamos oportunidades o tempo todo para que isso seja uma realidade em nossos cursos.

No curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Fametro da nossa Unidade Sede, foi instituída a modalidade de artigo como uma alternativa aos alunos para desenvolverem seus trabalhos de forma rápida e de qualidade. O método de "Escrita Acadêmica Ágil" foi desenvolvido para o perfil dos nossos alunos, que nunca escreveram um artigo científico, portanto não familiarizados com a Linguagem Acadêmica Técnica-Científica.

O que vemos nesta obra intitulada "Tópicos Especiais de Engenharia Civil" é que não só se reuniu profissionais que conhecem muito bem o tema abordado, mas que conseguiram transferir para o papel esse conhecimento com qualidade, tornando os conteúdos aqui publicados possíveis de serem lidos, citados e compartilhados.

Essa publicação foi realizada em parceria com a Editora Poisson faz parte de um Programa Institucional intitulado "Produzir & Publicar" que cria ações para promover a produção acadêmica no Grupo Fametro. Os frutos desse trabalho e parceria são representados pelas diversas publicações já realizadas.

É indescritível a satisfação de ver aqui reunidos trabalhos de qualidade após uma jornada de muitos altos e baixos, mais ainda a sensação de dever cumprido ao apresentar esses conteúdos inspiradores.

Gratidão

Prof.ª Dr.ª Luciane Farias Ribas

Professora da disciplina TCC do Curso de Engenharia Civil do CEUNI FAMETRO

SUMÁRIO

Capítulo 1: Estudo de análise de custo do BLOCOM parede pronta em conjunto habitacional no municipio do Iramduba/AM 08

Luiz Gustavo da Silva Lopes

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.01

Capítulo 2: Os problemas na execução de estruturas de concreto armado em obras de pequeno porte sem acompanhamento do responsável técnico 25

Mario Rene de Holanda Lima, Leonara dos Santos Cordeiro, Frank Henrique Santos Fontineles

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.02

Capítulo 3: Nióbio na Construção Civil 35

Moisés Figueira Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.03

Capítulo 4: Análise do retorno financeiro em edificações residências no municipio de Benjamin Constant 43

Ociney Cabral Firmino Junior, Valderlene de Lima Rodrigues

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.04

Capítulo 5: Sistema de detecção de fumaça em projeto contra incêndio e pânico: Adequação de edificação existente de uso comercial 56

Pablo Jean Fonseca dos Santos, Fabíola Leal Martins

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.05

Capítulo 6: Análise multicritério na tomada de decisão da obra de duplicação da rodovia AM-10 67

Ramon Cardoso Almeida, Ana Maria Bezerra de Souza

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.06

SUMÁRIO

Capítulo 7: Análise do nível de serviço em terminais passageiros aeroportuários no Aeroporto Internacional de Manaus - Eduardo Gomes 81

Valéria Cristina Cunha Rolim, David Cardoso dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.07

Capítulo 8: Estudo comparativo entre as técnicas e custo de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e de concreto 92

Sabrina Barbosa Xavier

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.08

Capítulo 9: Coleta de RCD na cidade de Manaus 99

Ghabriela Fernandes Souza

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.09

Capítulo 10: Análise da influência da trabalhabilidade na resistência de paredes de concreto no Residencial Smart Vista do Sol 2 117

Jocifran de Oliveira Rodrigues Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.10

Capítulo 11: Analise teórica da ligação viga-pilar de um portico misto 129

Jháciton Daniel das Chagas Pinheiro

DOI: 10.36229/978-65-5866-320-1.CAP.11

Capítulo 1

Estudo de análise de custo do BLOCOM parede pronta em conjunto habitacional no municipio do Iramduba/AM

Luiz Gustavo da Silva Lopes

Resumo: A construção civil busca por práticas que visem otimizar o uso de materiais e recursos naturais. O bloco monolítico de Poliestireno Expandido (EPS) surgiu como uma inovação no sistema construtivo, visando a evolução desse sistema foi criado o Blocom parede pronta, que é um tipo de bloco monolítico utilizado como alvenaria de vedação, com o objetivo de otimizar algumas etapas na construção civil. O objetivo geral é avaliar o custo da implementação do Blocom como parede de vedação por meio de estudo de caso. Para alcançar o objetivo geral foi necessário levantar os critérios de modulação do sistema construtivo com Blocom por meio de análise documental, determinando as medidas de modulação do Blocom e avaliando técnica e economicamente a modulação de paredes com Blocom. Desse modo, espera-se identificar os componentes modulares, estabelecer a coordenação modular de paredes com Blocom, com o propósito de analisar a viabilidade técnica e econômica do sistema construtivo em habitações populares. Tendo em vista que o Blocom é um ótimo isolante térmico, torna-se adequado para a nossa região que tem elevada temperatura ao decorrer do ano, além de empregar qualidade e rapidez na execução da alvenaria de vedação.

Palavras-chave: Parede monolítico. Blocom. Eps. Habitação popular.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos de alvenaria de vedação precisam adquirir inovações voltadas à sustentabilidade e a economia, buscando elementos que proporcionem bom isolamento térmico e boa durabilidade. Tudo para contrapor, os sistemas construtivos convencionais que são obsoletos, ou possuem técnicas inadequadas e que na maioria dos casos atinge índices preocupantes em desperdício de materiais. A "Construção Sanduíche" vem proporcionar uma economia no consumo de materiais e melhorar o desempenho da obra através dessa combinação com materiais

Esse sistema construtivo não é algo novo dentro do mercado visto que surgiu na Europa na década de 80 com o intuito de atender exigências estruturais e climáticas bastante severas. No Brasil chega por volta do ano 1990 quando foi submetido a análises do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) que apresentou resultados favoráveis.

O mercado exige a necessidade de diminuição de prazos e redução de custos e em alguns casos faz uso do desenvolvimento sustentável que pode ser buscado, por exemplo, através da realização de edificações com menos perdas e com redução de impactos ambientais e melhor aproveitamento dos recursos naturais.

O crescimento econômico trouxe também o desenvolvimento tecnológico que chegou no setor de construção civil trazendo consigo melhores tecnologias inovadoras. Uma dessas vertentes é o bloco monolítico que é um sistema construtivo com painel tipo sanduíche, com núcleo em poliestireno expandido (EPS) com malha de aço soldada e argamassa em ambas as faces.

Neste trabalho serão abordadas as características da parede monolítica, como também a coordenação modular, com isso demonstrar as propriedades Blocom como parede de vedação em casas populares.

O Blocom parede pronta é um bloco monolítico de argamassa armada com EPS, que consiste basicamente a um modelo tipo "sanduíche", constituído por duas placas de um material resistente, intercaladas por uma camada de outro material, normalmente de baixa densidade e resistência inferior à das placas, com dimensões de 90x90x13cm e fino acabamento, dispensando o reboco.

O Poliestireno Expandido (EPS), vem sendo utilizado cada vez mais como material para construção civil, devido sua baixa densidade e capacidade de isolamento termoacústico.

Partindo do pressuposto que Manaus é uma cidade muito quente devido sua localidade estar próxima a linha do Equador se faz necessário mencionar outro ponto: O conforto térmico é a base de um bem-estar de uma sociedade pois abrange tanto o seu local de trabalho quanto em sua residência.

Nesse contexto o objetivo geral deste artigo é avaliar o custo da implementação do Blocom como parede de vedação por meio de estudo de caso.

Assim para contribuir, este estudo se tornar relevante, pois há a necessidade de encontrar métodos construtivos que proporcione uma economia no consumo de materiais de melhor desempenho através da combinação com materiais regulares, podendo-se ainda conseguir elementos mais leves e de adequada resistência.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o progresso da sociedade brasileira, assim como de toda a Europa, a maneira de edificar e pensar as moradias começou a lidar com transformações. A chegada da família real portuguesa ao Brasil fomentou o desenvolvimento do país e, consequentemente, a urbanização das cidades (VARGAS, 1994).

Na construção, os materiais são determinados como todo e qualquer elemento utilizado na execução de qualquer produto da engenharia civil, desde relacionados à estrutura até os acabamentos das edificações. A maioria deles são utilizados há muitos anos praticamente da mesma maneira. A ascensão dos materiais de construção não é um processo recente, visto que teve início desde os povos antigos, que utilizavam os materiais assim como os obtinham na natureza, sem qualquer modificação (VARGAS, 1994).

Os Painéis Monolíticos apresentam versatilidade de uso, atendendo os projetos mais dinâmicos, aumento na produtividade do canteiro de obras, baixo impacto ambiental e boa durabilidade, unindo serviços com a boa qualidade de produtos (ABRAPEX, 2006).

2.1. BLOCO MONOLÍTICO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

O bloco monolítico de poliestireno expandido, conhecido como EPS, ganhou grande visibilidade na construção civil como sistema construtivo de fácil execução e desempenho na construção civil. Blocos de EPS monolíticos são usados como paredes pré-fabricadas. (BERTOLDI, 2007)

O poliestireno expandido (EPS) é cada vez mais utilizado como material na construção civil, principalmente devido à sua baixa densidade e capacidade de isolamento termoacústico (SANTOS, 2008).

COLLINS (1954) o primeiro exemplo do uso da ideia do sanduíche, é atribuído aos americanos, que, já em 1906, experimentavam um engenhoso processo de construção de painéis tipo “tilt -up”. Os painéis ou as paredes inteiras eram moldados na posição horizontal e o mais próximo possível do local definitivo, onde eram colocados na posição vertical, após a cura

Para utilizar o EPS como sistema construtivo, verifique-se a tabela de classificação de acordo com o tipo de material, no caso da construção civil utiliza-se o EPS tipo F (à prova de fogo) (BARROS,2018).

Além da busca pela produção mais limpa, o setor da construção civil também é impulsionado pelo desafio de implantar novas tecnologias que possibilitem construir mais rápido, mais barato, e, ao mesmo tempo, prezar pela qualidade da edificação (BERTOLDI,2007).

2.2. BLOCOM BLOCO MONOLÍTICO PAREDE PRONTA

O bloco monolítico é um sistema construtivo com painel tipo sanduíche, com núcleo em poliestireno expandido (EPS) com malha de aço soldada e argamassa em ambas as faces.

Nesses casos, um "sanduíche" consiste basicamente de duas placas de um material resistente, intercalados por uma camada de outro material em geral de baixa qualidade e resistência inferior as placas. A resistência desse conjunto à reflexão é muito maior que a de uma placa maciça do mesmo material e do mesmo peso que as duas placas externas

Outro desafio da construção civil, segundo Rego (2010) de reduzir custos, sem prejudicar o desempenho da edificação. Desta forma, espera-se otimizar o custo final da obra através da utilização de painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação.

> Vale ressaltar que: "(...)a busca por aumento nos lucros pela redução dos custos e no Aumento de produtividade não pode resultar em inovações tecnológicas na Construção com redução da qualidade, ao contrário, deve-se procurar que as soluções inovadoras reflitam no aumento da produtividade e também da Qualidade final do produto e de sua durabilidade, conforme exigências da Norma de desempenho da ABNTN BR15575:2013, traduzindo isso em Atendimento as exigências do usuário."(CBIC,2016).

O Blocom parede pronta é um bloco monolítico de argamassa armada com EPS, que consiste basicamente a um modelo tipo "sanduíche", constituído por duas placas de um material resistente de cimento Portland, são unidas por malha de ferro CA 60 fio 3,4 mm – 20x20 cm soldada e poliestireno expandido (EPS) em seu interior com dimensões de 90x90x13 cm e fino acabamento, dispensando o reboco.

2.3. COORDENAÇÃO MODULAR

Coordenação modular de edificações, representada pela NBR 15873:2010, Inclui um método aplicado em sistemas construtivos projetados para reduzir desperdícios de materiais e mantenha os locais de trabalho limpos com uma execução mais eficiente.

A coordenação modular pode ser aplicada a qualquer tipo de sistema construtivo. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2010) a adequação modular especifica os requisitos para instrumentos de compatibilidade e componentes na construção civil através da coordenação dimensional a partir de medidas padrão.

De acordo com CETESB (2010) a produção mais limpa consiste em aplicar estratégias ambientais preventivas e integradas aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar sua eficiência e reduzir impactos ambientais

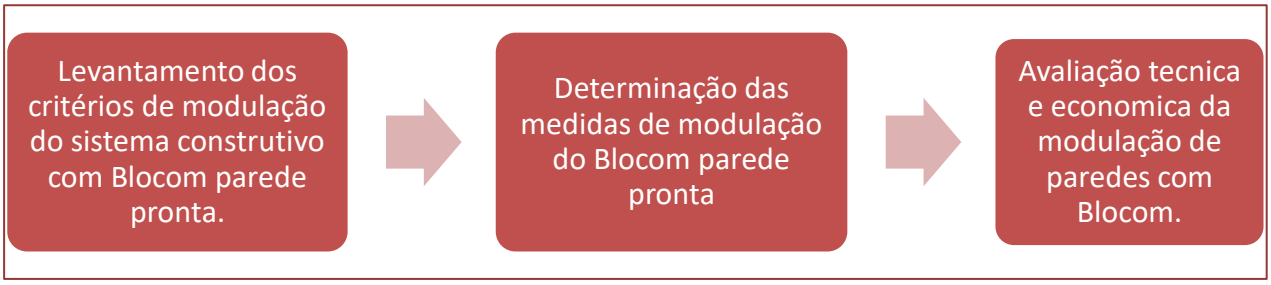
A coordenação modular é entendida como um dimensionamento que, organizado através de uma grade de referência espacial baseada em um módulo base pré-determinado, permite definir e vincular materiais e design de componentes e trabalhar sem modificações.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa pode ser classificada como de natureza aplicada, quanto aos objetivos como explicativa e abordagem qualitativa, cujo procedimento adotado é o estudo de caso.

Para alcançar a avaliação do custo da implementação do Blocom como parede de vedação por meio de estudo de caso foram necessárias as seguintes etapas representadas na Figura 1.

Figura 1 Fluxograma das etapas do estudo



Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASO

Será utilizado neste estudo um projeto que utiliza subsídio do programa nacional do governo "Minha Casa, Minha Vida (MCMV)" localizado na Rua da Prainha, Iranduba/AM representado na Figura 2, a escolha desse projeto se dá pela padronização de medidas nas edificações, o projeto de estudo é disponibilizado na internet (https://pt-br.facebook.com/Vila-Smart-Campo-Belo-1125802430876214/) não havendo restrições na aquisição.

Figura 2 Planta baixa Vila Campo Belo

Fonte: Morar Mais (2017)

3.2. LEVANTAMENTO DOS CRITÉRIOS DE MODULAÇÃO

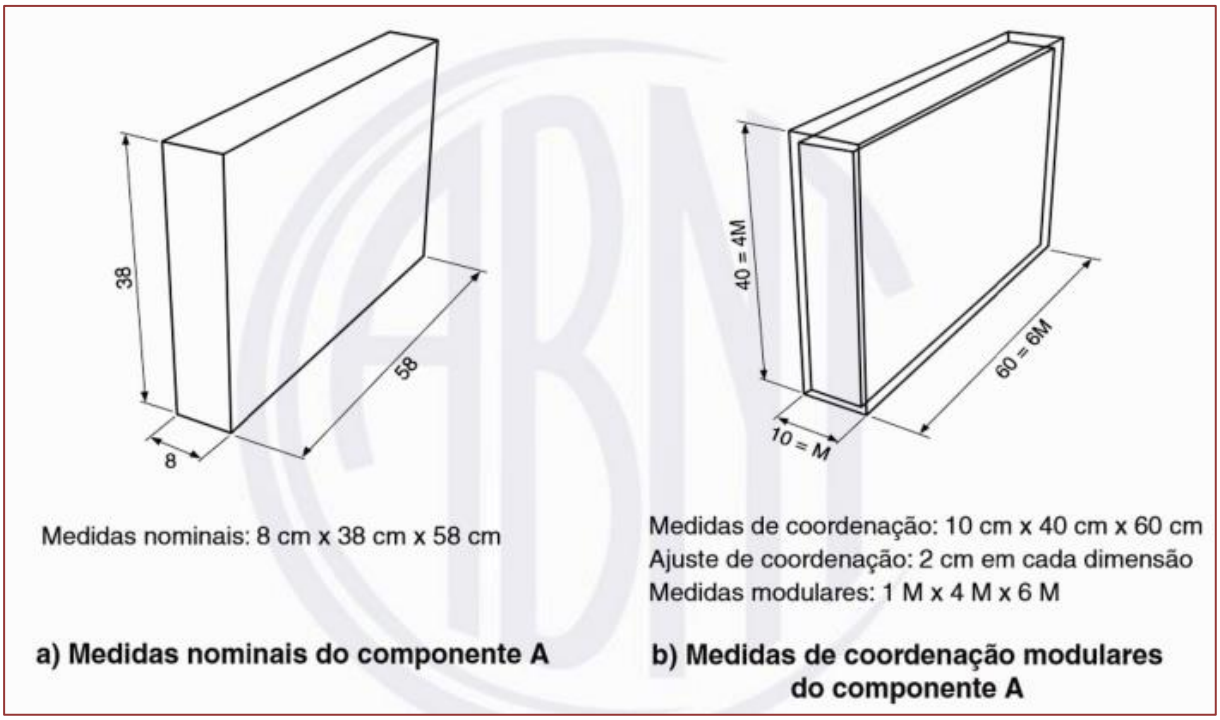
A primeira etapa consistiu no levantamento dos critérios de modulação do sistema construtivo utilizando o Blocom parede pronta por meio da norma NBR 15873:2010, identificando os componentes modulares e analisando as dimensões reais do Blocom.

Para levantar os critérios de modulação do Blocom, foi necessário basear-se na NBR 15873:2010 pois o Blocom é bloco pré-fabricados que utilizar conceitos de componentes construtivo que se destina a cumprir funções específicas no projeto arquitetônico.

De acordo com a NBR 15873(ABNT,2010), estabelece os requisitos para o instrumento de compatibilização de elementos e componentes na construção civil por meio de dimensões a partir de uma medida padrão onde os principais critérios de modulação são descritos por componentes modulares, entre os quais se encontra o módulo básico, os incrementos e os sub-modulares.

Segundo a NBR 15873(ABNT,2010), o módulo de base é a maior unidade de medida linear de coordenação modular, representada pela letra M, da qual o valor normalizado é M=100 mm, o multimódulo é o inteiro múltiplo da base e o incremento submodular é a fração da base usada quando um incremento menor que a base é necessária para facilitar a coordenação modular conforme a figura 3.

Figura 3. Exemplo ABNT NBR 15873:2010



Fonte: NBR 15873 (2010)

3.3. DETERMINAÇÃO DA MODULAÇÃO

A segunda etapa consistiu na determinação das medidas de modulação do Blocom parede pronta, por meio da NBR 15873(ABNT,2010) que para estabelecer a coordenação foi utilizado as definições das medidas de fabricação de um componente modular onde determinam-se os ajustes de coordenação, considerando: tolerâncias de fabricação, marcação e instalação ou componentes adjacentes de paredes com Blocom.

Ainda segundo a NBR 15873(ABNT,2010) um componente modular pode ter dimensões não modulares (por exemplo a espessura), se estas dimensões não interferirem na coordenação com outros elementos ou componentes, no caso do Blocom serão utilizadas medidas de coordenação vertical e horizontal no caso de a espessura não influenciar em outros componentes do projeto.

3.4. AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA

A terceira etapa constituiu na avaliação técnica e econômica da modulação de paredes com Blocom onde foi implantado no projeto arquitetônico o Blocom como componente modular e elaborado um quantitativo de unidades de Blocom para a construção da edificação, e também foi elaborado o quantitativo de alvenaria estrutural para a mesma edificação, com o intuito de analisar a viabilidade técnica e econômica do blocom no sistema de habitações populares.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. CRITÉRIOS DE MODULAÇÃO DO BLOCOM

Segundo a NBR 15873(ABNT,2010) posicionamento de elementos e componentes modulares no projeto e na construção de edificações modularmente emprega-se sistemas de referência modulares para posicionar os elementos, constituído por *n* planos ortogonais, de modo que a distância entre planos paralelos seja sempre igual ao modulo básico de 100mm, assim o critério de modulação do Blocom será por meio da indicação do espaço modular por ele ocupado no sistema de referência, podendo ser justaposto, sobreposto ou combinado entre si com diferentes distancias multimodulares.

4.2. MEDIDAS DE MODULAÇÃO

Para determinar as medidas de modulação do Blocom, foi utilizado parâmetros NBR 15873(ABNT,2010) que indica o espaço de coordenação é o espaço ocupado pelo Blocom que deve incluir as folgas requeridas em razão de suas deformações, suas tolerâncias e seu processo de instalação incluindo seus materiais de união, onde essas folgas são denominadas ajustes de coordenação que deve ser obtida por:

$$\mathbf{Mc=Mn + Ac}$$

Onde:

Mc é a medida de coordenação do Blocom

Mn é a medida nominal ou medida real do Blocom

Ac é o ajuste de coordenação

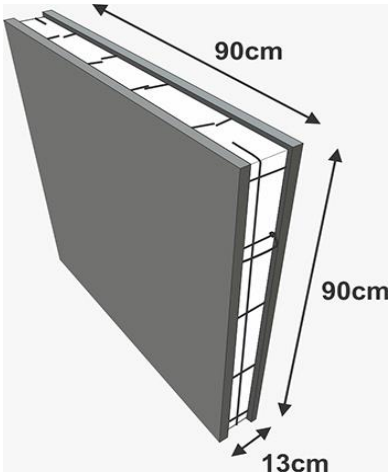
O Blocom é um bloco monolítico com dimensões de 90x90x13cm, para a compatibilização deste componente coordenado modulamente deve ter medidas iguais ao modulo básico de 100 mm, o Blocom por ser um elemento pré-fabricado o aumento de 11,11% na sua dimensão não afetara a função estrutural, por outro lado, acarretará o maior consumo de materiais para a produção do Blocom, dessa forma o ajuste de coordenação **Ac** será igual a 10 cm na coordenação vertical e horizontal, conforme foi dito anteriormente a espessura não será incluído ajuste de coordenação por não influenciar componentes no projeto conforme as Figura 4 e 5 , assim teremos:

$$\mathbf{Mc=90cm + 10cm}$$

$$\mathbf{Mc=100cm}$$

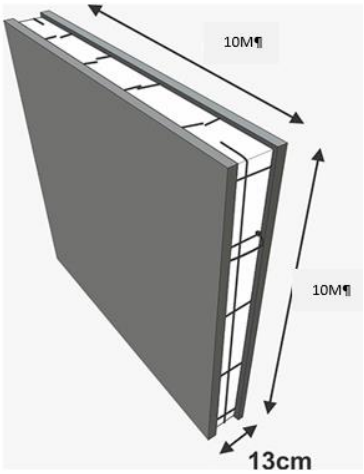
$$\mathbf{Mc=10M}$$

Figura 4 Blocom com dimensões reais



Fonte: Blocom (2022)

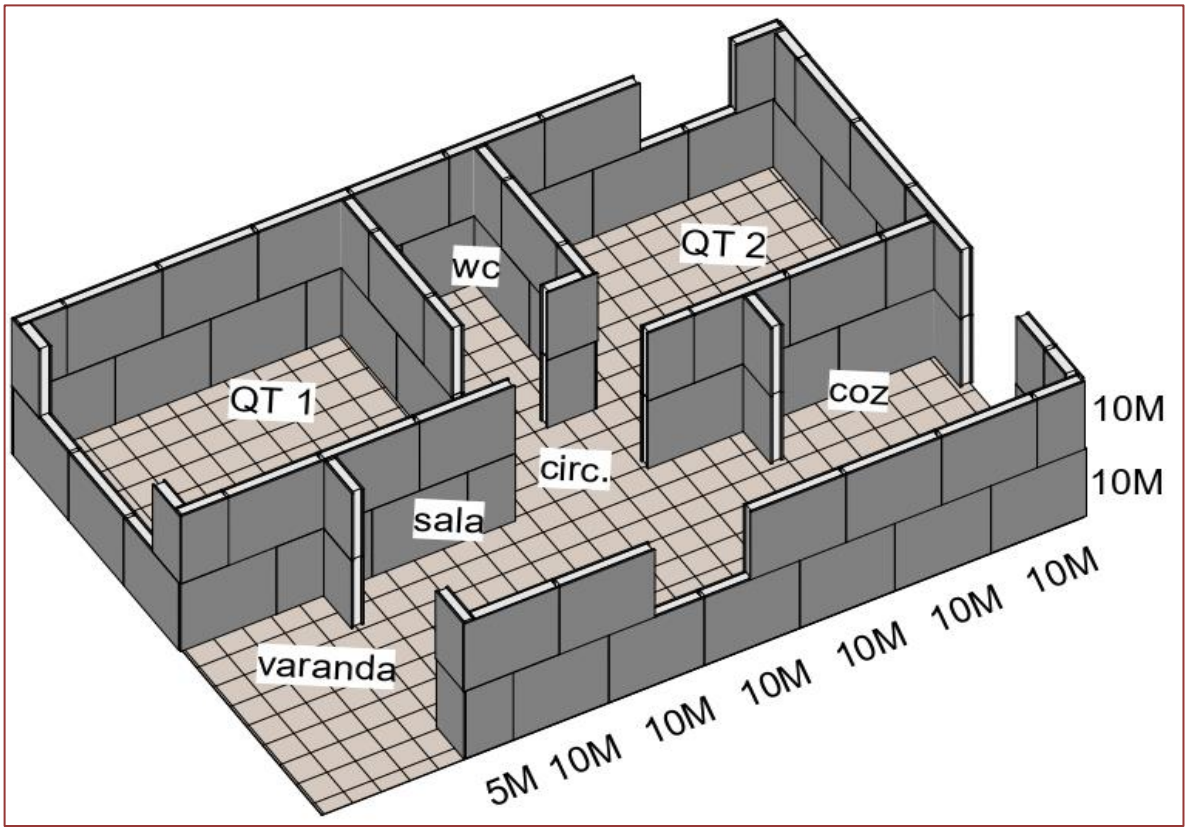
Figura 5 Blocom com a coordenação modular



Fonte: Blocom (2022)

Ao encontrar a medida de modulação do Blocom foi elaborado a montagem dos elementos modulares que melhor se adequa a planta baixa de estudo, para que os componentes não sofressem cortes aproveitando o máximo os materiais sem perdas, conforme a Figura 6.

Figura 6 Montagem dos elementos modulares



Fonte: Autoria própria (2022)

Após as distribuições do Blocom no projeto, ocorreu o acréscimo na dimensão de alguns ambientes, os dois quartos referente a largura teve um aumento de 11cm, no comprimento apenas o quarto 1 teve um aumento de 25cm, o banheiro teve um aumento tanto na largura de 10cm quanto no comprimento 9cm, por fim, a varanda teve um acréscimo de 30cm, tanto a cozinha quanto a sala de estar/jantar não tiveram alterações em comparação ao projeto de estudo conforme a Figura 7.

Figura 7 Comparação entre o projeto de estudo

Fonte: Autoria própria (2022)

4.3. AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA

O projeto de estudo foi executado com alvenaria estrutural com bloco cerâmico que é um sistema de construção onde as paredes, além da função de vedação, são responsáveis pela absorção dos esforços solicitantes do projeto conforme a Figura 8.

Figura 8 Início da execução da alvenaria do projeto de estudo

Fonte: Morar Mais (2017)

Para começar a elaboração do quantitativo de blocos de cerâmico estrutural, por não saber as dimensões do bloco cerâmico que foi executado o projeto, seguindo a Figura 8 foi necessário a contagem dos blocos cerâmicos da parede do quarto 1 onde foi encontrado 10 blocos, segundo o projeto de estudo a largura do quarto 1 tem aproximadamente 2.70 m ou 270cm divido por 10 blocos, o comprimento do bloco será de 27cm ou seja o bloco que se aproxima do comprimento é o bloco cerâmico de 29 cm, acrescentando 1 cm de argamassa de assentamento ao bloco cerâmico terei 30cm, 30cm vezes 10 blocos cerâmicos terei um total de 300cm ou 3 metros, o comprimento do quarto 1 é igual a 2.69m, 3.00m – 2.69m será igual a 0.31m ou 31cm, entendendo que as medidas foram tiradas na face da parede pronta, acrescentado o valor da argamassa de revestimento colocando 1,5cm para cada parede onde o somatório das duas dará 3cm, 31cm – 3cm vai ser igual a 28cm,esse valor divido por 2, terei o valor de 14cm, como a altura do bloco cerâmico estrutural é padrão as dimensões foram 14x19x29cm, para o pé direito foi feito a contagem de 15 blocos totalizando 3.00 m, a partir dessas informações irei elaborar o quantitativo de material utilizado para a parede de vedação da edificação.

Seguindo a planta baixa conforme a Figura 9, foi encontrado uma área total de aproximadamente 110m^2 de alvenaria, diminuindo essa área pelos vãos de portas e janelas que totalizando deram aproximadamente 10m^2, a área total de alvenaria de vedação calculada será 100m^2 de bloco cerâmico estrutural.

Figura 9 Planta baixa com as medidas

Fonte: Autoria própria (2022)

O construcalc é um aplicativo gratuito para cálculo de materiais de construção que utiliza como base a NBR 6118 e a NBR 6120 (https://www.tresium.com.br/index.html), o cálculo que irei utilizar será para o assentamento do bloco e o revestimento da parede de vedação (chapisco, emboço e reboco) interno e externo.

Utilizando o construcalc para a elaboração do quantitativo de material cheguei aos seguintes valores conforme a Figura 10.

Figura 10 quantitativo de material

Parede

Material Selecionado

- Bloco
- Largura = 14
- Altura = 19
- Comprimento = 29

Dados Gerais

Descrição	Valor	Unidade
Área Total	100,00	m²
Esp. Junta Argamassa	1	cm
Taxa de Perda	10	%

Materiais

Descrição	Quantidade	Unidade
Bloco (14x19x29)	1834	un
Cimento	23,28	Sacos 42,5kg
Água	2.027,68	Litros
Areia	4,808	m³

Fonte: Autoria própria (2022)

Em Manaus o bloco cerâmico estrutural custa em média R$ 3,50 a unidade, o saco do cimento R$ 40,00 a unidade e a areia aproximadamente R$ 60,00 m^3, com isso chegamos aos valores conforme a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Custo do Projeto com Bloco Cerâmico Estrutural

Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário(R$)	Valor Total (R$)
Bloco(14x19x29)	1834	unidade	3,50	6419,00
Cimento	24	saco	40,00	960,00
Areia	5	m^3	60,00	300,00
			Somatório(R$)	7679,00

Fonte: Autoria própria (2022)

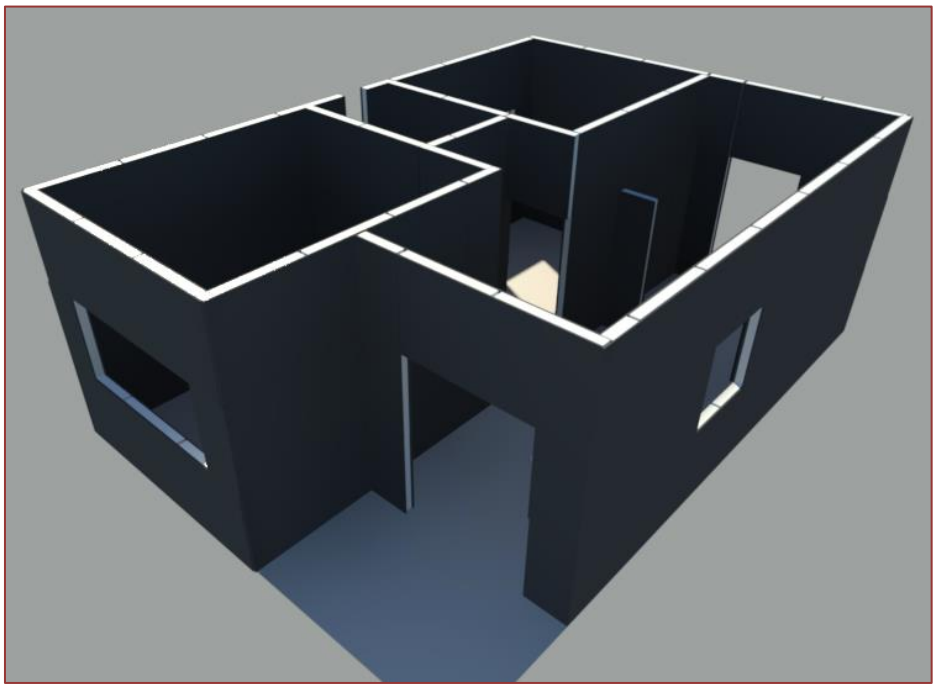
O projeto do estudo foi refeito no software Revit para a montagem das paredes com o Blocom, seguindo o relatório REL DVPE 5441/2016-R2 sobre o ensaio de desempenho estrutural realizado pelo instituto Lactec/Dpec que indica que os procedimentos utilizados no ensaio foi o da ABNT NBR 15575- 4 – Edificações habitacionais – desempenho, onde foi utilizado o Blocom com dimensões de 1000x1000 mm, realizado o assentamento em uma base de concreto simulando a fundação tipo radier, sendo submetida a determinação da resistência ao impacto de corpo duro, ao impacto de corpo mole e ações transmitidas por portas – Fechamento brusco.

Os resultados dos testes começando com a resistência do ao impacto do corpo duro os requisitos da NBR 15575 impactos de 3,75 J: não ocorrência de falhas; profundidade da mossa p < 2,0 mm e impactos de 20 J: não ocorra ruptura nem traspasse, a amostra não teve nenhuma ocorrência no impacto de 3,75 J e ocorrência de mossa com no máximo 0,75 mm nos impacto de 20 J, no impacto de corpo mole o impacto de 240 j não deve ocorrer falhas; dh< 21,2 mm e dhr < 4,2 mm e impactos de 480 J e 720 J a não ocorrência de ruina, o resultado foi que no impacto de 240 J ouve um deslocamento do bloco de dh=1,34 mm; dhr=05 mm dentro do padrão da norma, sobre o teste das ações transmitidas por portas a NBR indica a não ocorrência de falhas, rupturas e destacamentos no encontro com o marco o resultado foi nenhuma ocorrência.

Segundo (Bertold,2007) um sistema construtivo formado por argamassa em painéis compostos por núcleo de poliestireno e telas de aço eletro soldadas, apresenta boa produtividade na execução de obras com esse sistema construtivo sendo compatível com a utilização junto a outros sistemas construtivos como de lajes com vigotas pré-moldadas e possibilita a racionalização dos materiais na execução, reduzindo o desperdício de formas de madeiras.

Seguindo essas informações e pelo projeto em estudo ser uma edificação de pequeno porte o Blocom bloco monolítico torna-se um elemento autoportante dispensando o uso de vigas e pilares utilizando fundação tipo radier, extraindo o quantitativo do Revit onde o projeto com a altura do pé direito de 3 m deu a quantidade de 101 unidades de Blocom conforme a Figura 11.

Figura 11 Estrutura Blocom montada



Fonte: Autoria própria (2022)

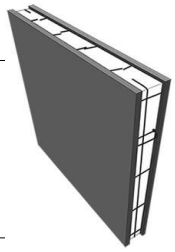
Utilizando o construcalc para a extração do quantitativo necessário para o assentamento das unidades de Blocom conforme a Figura 12.

Figura 12 Quantitativo de material

Parede

Material Selecionado

- Blocom de Concreto
- Largura = 13cm
- Altura = 90cm
- Comprimento = 90cm



Dados Gerais

Descrição	Valor	Unidade
Área Total	101,00	m²
Taxa de Perda	0	%

Materiais

Descrição	Quantidade	Unidade
Blocom de Concreto (13x90x90)cm	125	un
	0,208	m³
Cimento	250,00	kg
	5,88	Sacos 42,5kg
	0,750	m³
Areia Média	1.125,00	kg
	41,67	Latas 18L

Fonte: Autoria própria (2022)

Como o Blocom ainda não é comercializado na nossa região tive que realizar pesquisas de preço em uma localidade próximo ao amazonas, onde através da internet encontrei um revendedor autorizado de Blocom que fica localizado na Rua Costa e Silva, 360 – Centro 76980-146 Vilhena, no estado de Rondônia (https://www.facebook.com/blocomro/), onde a unidade do Blocom é comercializada a 80 reais com dimensões de 90x90x13cm , como no projeto de estudo foram feitas as modificações conforme as medidas de modulação para 100x100x13cm com o aumento do Blocom em 10 cm, assim, para balancear o valor final a cada 9 Blocom no projeto de estudo acrescentarei o valor de um blocom pois 9x10cm acrescido na modulação dá uma dimensão de 90cm,ou seja, tem 101/9 = 11,22 unidades , terei que acrescentar o valor de 12 Blocom a mais no final da equação para encontrar o preço final conforme a Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Custo do Projeto com Blocom

Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário(R$)	Valor Total (R$)
Blocom	101	unidade	80,00	8080,00
Cimento	6	saco	40,00	240,00
Areia	1	m^3	60,00	60,00
Acréscimo Blocom	12	unidade	80,00	960,00
			Somatório(R$)	9340,00

Fonte: Autoria própria (2022

O valor do somatório é o valor final para os materiais da alvenaria excluindo os serviços de instalações e mão de obra da execução, o Blocom por ser neste projeto de estudo um elemento autoportante as instalações terão que ser feitas igual as executadas nos blocos cerâmicos estruturais evitando o seu corte para não comprometer a sua resistência, além do mais, o valor final de unidades do Blocom precisa realizar o somatório com o valor do frete onde a distância entre Manaus/AM e Vilhena/RO é cerca de 1593 km sendo transportado por uma das piores rodovias do Brasil a BR319 encarecendo mais o produto.

O valor do material do Blocom sem o frete e com as alterações necessárias para a modulação ficou em torno de R$ 9340,00 enquanto o valor do bloco cerâmico estrutural com os materiais necessários para a execução ficou em torno de R$ 7679,00 com uma diferença entre os dois de R$ 1661,00.

Segundo o fabricante (BLOCOM,2022) o Blocom tem um tempo de fechamento até 8x mais rápido e já vem com acabamento fino, dispensando diversas etapas (chapisco, emboço e reboco) com seus tempos de secagem, ou seja, o tempo que utilizaria para ser executado 1 casa com bloco cerâmico estrutural utilizando o Blocom seria executado 8 casas dissolvendo essa diferença e ainda ser mais econômico do que o bloco cerâmico estrutural, por ser um material leve e com fino acabamento podendo ter redução de materiais e dimensões da fundação, mão de obra, encargos trabalhistas, alimentação, energia elétrica, consumo de água, aluguéis de betoneira, perdas, retrabalho entre outros.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de avaliar o custo de implantação do Blocom como parede de vedação por meio de um estudo de caso identificando a viabilidade técnica e econômica foi alcançado por apresentarem características semelhantes no projeto de estudo (ser autoportante e necessidade do planejamento para fazer instalações elétricas e hidráulicas) entre os dois sistemas construtivos e uma comparação dos valores dos materiais necessários para a execução da alvenaria com bloco cerâmico estrutural e da alvenaria com Blocom.

Para levantar os critérios de modulação do sistema construtivo com blocom, por meio de análise documental, identificando os componentes modulares foi utilizado a NBR 15873(ABNT,2010) que indica o posicionamento de elementos e componentes modulares no projeto e na construção de edificações, assim o critério de modulação do Blocom foi por meio da indicação do espaço modular por ele ocupado no sistema de referência.

Para determinar as medidas de modulação do Blocom por meio de análise documental estabelecendo a coordenação modular de paredes com Blocom, foi utilizado parâmetros NBR 15873(ABNT,2010) foi incluído as folgas requeridas em razão de suas deformações, suas tolerâncias e seu processo de instalação, o Blocom tem as dimensões de 90x90x13cm por ser um elemento pré-fabricado o aumento de 11,11% na sua dimensão não afeta a função estrutural o ajuste de coordenação foi igual a 10 cm na coordenação vertical e horizontal, assim modulação do Blocom 10Mx10M, após isso, foi elaborado a montagem dos elementos modulares que melhor se adequou a planta baixa de estudo onde espessura não influenciou nos componentes no projeto.

Para avaliar técnica e economicamente a modulação de paredes com Blocom por meio de estudo de caso analisando a viabilidade técnica econômica do sistema construtivo em habitações populares foi realizado a elaboração do quantitativo de blocos de cerâmico estrutural e Blocom com materiais necessários para a sua execução, onde a partir da planta baixa do projeto de estudo e projeto modular foi extraído a área para o quantitativo e quantidade de Blocom, encontrando seus respectivos valores, demonstrando que é possível a utilização do Blocom em conjuntos habitacionais pela sua rapidez na execução e até a economia, porem como não é comercializado em Manaus/AM há a necessidade da diminuição do custo do Blocom para a sua utilização.

O Blocom é um produto composto por cimento, aditivo, areia de pedra, malha de aço, eps-popularmente conhecido como isopor e água, sendo um ótimo isolante térmico tornando-se adequado para a nossa região que tem elevadas temperaturas ao decorrer do ano, empregando qualidade e rapidez na execução da alvenaria de vedação onde preconcepção do alto custo do Blocom para construção de baixo custo se confirmou porque o material não era produzido em Manaus/AM, encarecendo e inviabilizando o produto por ser proveniente de outros estados.

Como o Blocom é um produto novo que vem ganhando popularidade gradativamente no mercado brasileiro de construção civil, é difícil encontrar estudos que o definam melhor, tornando-se difícil demonstrar para um melhor entendimento, além disso, por se tratar de um produto não comercializado na região amazônica, é difícil realizar uma demonstração para entender melhor o assunto.

Sugere-se para trabalhos futuros por ser um material novo e ter a falta de informações necessárias uma verificação detalhada do valor empregado do Blocom quando for produzido no Amazonas, o tempo de execução e as demais edificações onde este material possa ser empregado.

REFERÊNCIAS

[1] ABRAPEX, Manual de utilização EPS na construção civil / ABRAPEX Associação Brasileira do Poliestireno Expandido – São Paulo : Pini, 2006.

[2] BERTINI, Alexandre Araújo. Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada. São Carlos.Tese (Doutorado) –Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2002.

[3] BERTOLDI, Renato Hercílio et al. Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis. 2007.

[4] COLLINS, F. T. Precast concrete sandwich panels for tilt-up constructions.ACI jornal,v.26, n.2, p149-164. 1954.

[5] FREITAS, Yan Gabriel; MIRANDA, Fabrício Everton. COMPARAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO ENTRE UMA EDIFICAÇÃO EXECUTADA EM ALVENARIA CONVENCIONAL, ALVENARIA ESTRUTURAL E PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, v. 18, n. 38, 2021..

[6] FÜHR, Andréia Grasiela. Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais com painéis monolíticos em eps e com blocos cerâmicos. 2017.

[7] GABRIEL, Adriane Honório et al. Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na Produção de Edificações. 2021.

[8] gesso e eps para construção de casas populares. Natal, 2008.

[9] Historia da Tecnica e da Tecnologia No Brasil. Tradução . São Paulo: Unesp, 1994

[10] Journal of the ACI, v.26, n.2, p.149-64, 1954.

[11] LEVY, S.M.; HELENE, P.R.L. Propriedades mecânicas de argamassas produzidas com entulho de construção civil. In: Workshop Reciclagem e Reutilização de resíduos como materiais de construção civil. São Paulo, 1996. ANTAC, PCC USP, UFSC. p. 137-146.

[12] LUCINI, H. C. Modulação de vãos de esquadrias. In: LUCINI, H. C. Manual Técnico de Modulação de LUZ, Thaise Ribeiro. Coletânea de Engenharia de Materiais.2020.

[13] SANTOS, R. Estudo térmico e de materiais de um compósito a base de gesso e eps para construção de casas populares. Natal, 2008.

[14] SILVA, George da Cruz. Painéis-sanduíche com núcleo de EPS reciclado: metodologia de execução e determinação de propriedades termofísicas. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

[15] SIQUEIRA, Eder José; SANTOS, Felipe Vieira; PEREIRA, Ícaro Hansmam Tassinari. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCO CERÂMICO E BLOCOM. In: Simpósio. 2021.

[16] SANTOS, R. Estudo térmico e de materiais de um compósito a base de São Paulo, 1996. ANTAC, PCC USP, UFSC. p. 137-146. Vãos de Esquadrias. São Paulo: Editora Pini, 2001, p 1397 – 1404.

[17] TESSARI, Janaina et al. Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil. 2006.

[18] VARGAS, Milton. Engenharia civil na republica velha. Historia da Tecnica e da Tecnologia No Brasil. Tradução . São Paulo: Unesp, 1994

[19] Workshop Reciclagem e Reutilização de resíduos como materiais de construção civil.

[20] LACTEC, Institutos.Relatorio RELDVTE 5441/2016-R2. Curitiba,2018

[21] JUNIOR, Eloy Ferraz Machado. Casas populares pré-moldadas em argamassa armada: procura de uma solução econômica e confortável. 1991. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[22] ASHRAE -THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS IS NA AMERICAN. TANDARD 55 - 2017: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia, 2017.

[23] BARROS, Raquel Regina M. P. Habitação coletiva: a inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Enganharia Civil e Arquitetura. Campinas/SP, 2008.

[24] REGO, Nadia Vilela de almeida. Tecnologia das construções. Rio de janeiro: Imperial, 2010.

[25] Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC. Catálogo de inovação na construção civil. Câmara Brasileira da Construção Civil. Brasília: CBIC, 2016.

[26] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 15873: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

[27] CETESB. Produção Mais Limpa (P+L) / Produção e Consumo Sustentáveis (PCS), Caso de Sucesso Nº 64 – Eliminação do cianeto do processo de tratamento de superfície. São Paulo, ago.2010. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/producao-econsumo-sustentavel/82-casos>.

[28] Blocom. Disponível em: https://blocombr.com.br/. Acesso em:23 de junho de 2022.

Capítulo 2

Os problemas na execução de estruturas de concreto armado em obras de pequeno porte sem acompanhamento do responsável técnico

Mario Rene de Holanda Lima
Leonara dos Santos Cordeiro
Frank Henrique Santos Fontineles

Resumo: Os problemas na execução de estruturas de concreto armado em obras de pequeno porte sem o acompanhamento do responsável técnico têm implicando na qualidade dos materiais e do produto final. O acompanhamento técnico é importante e necessário para que os padrões de qualidade na execução sejam atingidos. Por essa razão o objetivo geral desta pesquisa é analisar os riscos na execução de estruturas de concreto em obras de pequeno porte, por meio de estudo de caso, identificando os erros devido à falta de acompanhamento técnico. Para isso será necessário fazer o Levantamento dos problemas mais comuns em estruturas de concreto armado em obra de pequeno porte, estabelecer as relações de causa e efeito e analisar as consequências da ausência do responsável técnico. Espera-se como resultados identificar os problemas estruturais e diante disso destacar a importância do acompanhamento técnico em obras.

Palavras-chave: Acompanhamento Técnico; Qualidade do Produto; Diagrama de Ishikawa; Problemas de Execução, Concreto armado

1. INTRODUÇÃO

Nem sempre o concreto obtido nos métodos de produção dentro do canteiro de obras chega a resistência exigida pelo projeto estrutural. A não conformidade da resistência, implica na segurança das estruturas recomendadas pelas normas, comprometendo assim toda a construção e confiabilidade do serviço. Há diversos fatores que influenciam na qualidade e resistência final do concreto, além da heterogeneidade dos materiais durante sua composição, e o seu comportamento no estado fresco ou quando endurecido.

Este artigo, tem por objetivo geral analisar os riscos na execução de estruturas de concreto em obras de pequeno porte, por meio de estudo de caso, identificando os erros devido à falta de acompanhamento técnico. Para isso será necessário um fluxograma, no qual delimitará em três etapas o estudo, onde facilitará uma maior compreensão dos problemas mais comuns em estruturas de concreto armado em obra de pequeno porte, as relações de causa e efeito e analisar as consequências da ausência do responsável técnico.

Normalmente no Brasil, os serviços de pequenas e médias construções são executados sem um adequado planejamento, mesmo quando há um acompanhamento de um engenheiro e/ou mestre de obras. Isso ocorre devido improvisos que ocorre nas etapas de execução do projeto, se valendo apenas da experiência do profissional responsável.

Por tanto, este estudo irá contribuir para a tomada de decisão na fase inicial de um projeto, e ressaltar a importância que tem da presença do responsável técnico em obras, sejam elas de pequeno à grande porte. Evitando as comuns patologias nas estruturas de concreto, por meio do acompanhamento do responsável técnico principalmente nas construções de pequeno porte.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO

As patologias em estruturas de concreto nas edificações, são os principais problemas no qual venham comprometer a vida útil das construções em sua fase final. Diante disso, as mesmas são objeto de estudo do presente trabalho.

O concreto é um dos matérias mais comuns utilizados na construção civil, tendo em sua composição, cimento, areia, pedra e água. No momento que é inserido as armaduras de aço, o mesmo é conhecido como concreto armado. São nessas armaduras que irão surgir as possíveis patologias e sua intensidade. Por isso a grande preocupação com a qualidade do concreto, para que apresente uma durabilidade no qual irá minimizar o risco de possíveis patologias apontadas na tabela 1 a seguir.

Tabela1 – Incidência de Manifestações Patológicas

Manifestações Patológicas	Ocorrências %
Deterioração e degradação química da construção	7%
Deformações (flechas e rotações) excessivas	10%
Segregação dos materiais componentes do concreto	20%
Corrosão das armaduras do concreto armado	20%
Fissuras e trincas ativas ou passivas nas peças de concreto armado	21%
Manchas na superfície do concreto armado	22%

Fonte: Adaptado de Machado (2002)

Quando é feita a análise das patologias da (tabela 1), é possível identificar suas causas e origem. Segundo Machado (2002), as principais patologias de maior efeito sobre o concreto, são as deterioração e degradação química, deformação, segregação dos materiais componentes do concreto, corrosão das armaduras, fissuras, trincas, manchas na superfície. São problemas no qual estão presentes como por exemplo nas construções de pequeno porte.

2.2. CONSTRUÇÕES DE PEQUENO PORTE

Há diversas classificações para obras de pequeno porte. A mesma pode ser definida pela quantidade de pavimentos, áreas construídas, entre outras. A ABNT NBR 9077, defini edificações de até 6 metros de altura e 750 m^2 de pavimentos, como obras de pequeno porte. Selegin (2013), define obra, edificações comerciais, industriais, residenciais, de serviços públicos, construção de pontes, portos, estradas, aeroportos, hidroelétricas, túneis, entre outros. Este artigo delimita-se apenas a obras de pequeno porte sem muita complexidade técnica de gerenciamento e execução, de até três pavimentos, com área total construída de até 500m2 (quinhentos metros quadrados) e com número de colaboradores que não ultrapasse 5 (cinco) indivíduos. Neste trabalho, será considerado esta definição para obras de pequeno porte.

2.3. ACOMPANHAMENTO TÉCNICO

É bastante comum, que em obras de pequeno porte a ausência do responsável técnico. Isso pode ocorrer pela existência de diversos obstáculos em obras desse porte, que podem ser por falta de investimentos ou até mesmo o baixo desenvolvimento do referente setor.

Normalmente essas obras são feitas por pequenas empresas, onde normalmente as decisões são feitas pelo proprietário, e como consequência deixa de lado alguns objetivos finais do projeto. Como exemplo, o proprietário não considera a necessidade de um responsável técnico presente na obra, deviso o porte, quando é de suma importância que o responsável técnico se faça presente desde a elaboração do projeto, no qual transparecerá as informações resultante de sua análise. Vale ressaltar que na fase inicial do projeto, é importante a qualificação e aptidão para as funções a serem desempenhadas na obra (SILVA,2018)

Outro obstáculo, o proprietário na maioria das vezes busca mão-de-obra para um projeto no papel, quando na prática a equipe de colaboradores é diferente e ocorre o descumprimento do projeto. Prejudicando desta forma, a qualidade do serviço e o

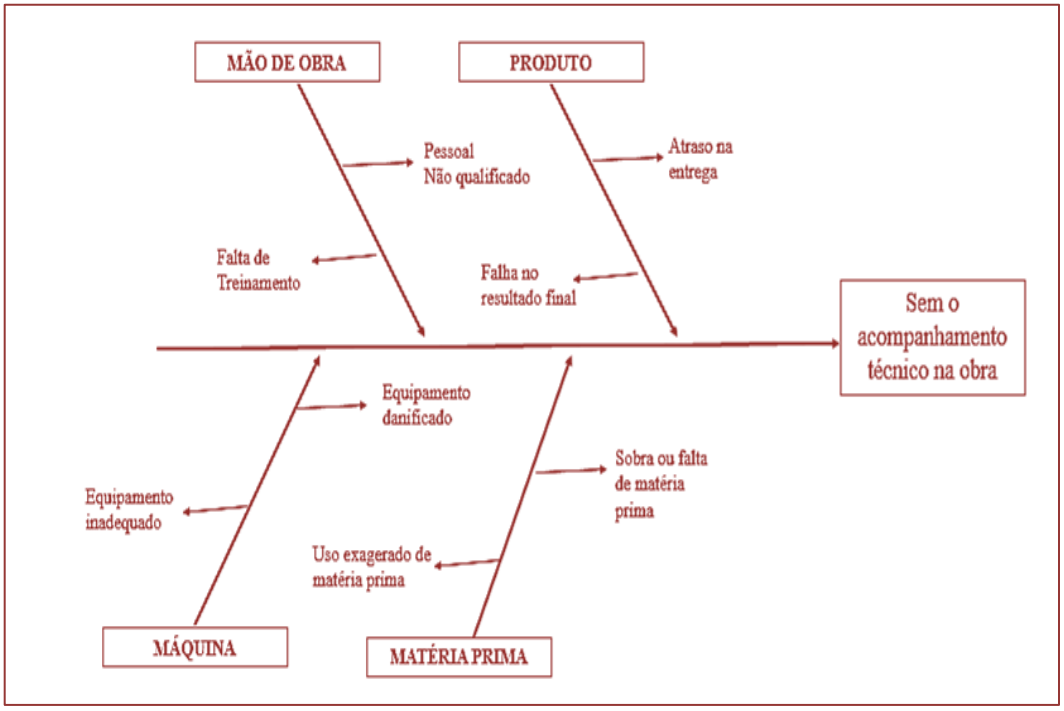
produto final não sai de acordo com o planejamento inicial (DA SILVA, 2021).

O baixo orçamento, também é uma dificuldade das obras de pequeno porte, a falta de contratação de pessoa especializada, no caso do técnico responsável. As visitas in loco são indispensáveis, na verificação do solo, analise do microclima, vento, ensombramento, vegetação, por exemplo. Durante o desenvolver da obra, o responsável técnico deve estar acompanhando a produção, o desenvolver da obra, até mesmo o manuseio do concreto e assim avaliando sua qualidade e durabilidade. Ou seja, são algumas das atividades acompanhadas pelo responsável técnico, onde concluirá uma obra sem imprevistos, evitando as comuns patologias (SANTOS, 2020).

Por meio do diagrama Ishikawa (figura 1), é possível analisar a interação entre as causas e efeitos existentes em uma construção de pequeno porte sem o acompanhamento técnico. No qual causas diversos contratempos operacionais dentro da obra.

O diagrama de causas e efeitos foi realizado e baseados nas falhas mais comuns nas obras, quando não há o acompanhamento técnico. Essas consequências foram relacionadas com as situações operacionais no qual comprometem o rendimento da obra e assim dando aberturas a imprevistos no qual não estavam no planejamento.

Figura 1. Diagrama de causa e efeito sob a falta de acompanhamento técnico na obra.



Fonte: Autoria própria (2022)

É possível analisar na figura 1, que a ausência do acompanhamento do responsável técnico, podem ter efeitos negativos no desenvolver de uma construção civil. Como, mão de obra não qualificada, falta de treinamento, uso excessivo de matéria prima ou pode acontecer a sobra de material, equipamentos danificados e inadequados, atraso na entrega final do produto e etc.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O método a ser abordado neste presente estudo, consiste em visitas em obra de pequeno porte na cidade de Manaus – Amazonas. Tendo como procedimentos, um estudo de caso para alcançar o objetivo geral que é, analisar os riscos na execução de estruturas de concreto em obras de pequeno porte, que por meio do fluxograma (Figura 2), foram desenvolvidas as seguintes etapas.

Figura 2. Fluxograma das etapas da pesquisa

Fonte: Autoria própria (2022)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ETAPAS 1 LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS MAIS COMUNS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM OBRA DE PEQUENO PORTE.

Os problemas nas estruturas de concreto armado, apresentam-se principalmente nas formas de desagregação de concreto, fissuração e corrosão das armaduras, tal anomalias ocorrem pelo meio ambiente agressivo, falta de manutenção e etc. Conforme a figura 3 abaixo, da residência na zona leste de Manaus. Foram observados um trecho de viga superior em concreto armado, com desplacamento de lascas de concreto e corrosão das armaduras inferiores, bem com algumas trincas.

Figura 3. Viga em concreto armado, com armadura em estado de corrosão e desprendimento de lascas de concreto.

Fonte: Autoria própria (2022)

Como pode ser observado na figura 4, de um pilar na residência em estudo.Foi verificado que o processo/procedimentos para a confecção e lançamento do concreto da viga superior, segundo a proprietária do imóvel, “após a mistura do concreto, o mesmo ficava muito mole e que durante a concretagem choveu muito, ficando o concreto exposto a chuva, após parar de chover, a concretagem foi finalizada”.

Conforme narrativa da proprietária do imóvel observamos que não houve um controle do fator água/cimento na confecção do concreto e que não foram observadas as condições climáticas para possíveis chuvas.

Tais fatores são de estrema importância para as características mínimas do concreto da viga, onde a falta de controle do fator água/cimento e as condições climáticas, onde a concretagem foi interrompida devido à chuva, foram os causadores da viga estar com a armadura inferior em estado de corrosão e desprendimento de lascas de concreto, bem como as trincas decorrentes da junta de concretagem.

Outro ponto observado é presença de pouco da nata de cimento em alguns trechos da viga, decorrente da exposição do concreto a chuva.

Figura 4: Pilar em concreto armado, com armadura em estado de corrosão e desprendimento declaração de lascas de concreto

Fonte: Autoria própria (2022)

A fissura é um dos principais indicadores de problemas na estrutura de concreto. As fissuras de pega por exemplo, estão ligadas ao excesso de cimento com gesso anidro, umidade relativa baixa, calor excessivo e demasiado tempo para lança o mesmo. Existem fissuras de movimentação térmica, fissuras por retração hidráulica, e fissuras por erros de projeto ou execução, dentre outras.

Foi observado também na residência, que um pilar em concreto armado apresentava patologias como diminuição da seção, desplacamento de lascas de concreto

e elevado grau de corrosão das armaduras. Em inspeção visual no pilar de concreto, foi observado que havia presença de argila e que o concreto esfarelava facilmente ao toque em algumas regiões da sua seção. Verificando o processo/procedimentos para a confecção do concreto, segundo a proprietária do imóvel, o agregado (seixo), "havia muito barro misturado com o seixo) e que após a mistura do concreto, o mesmo ficava muito mole".

Conforme narrativa da proprietária do imóvel observa-se que não houve uma inspeção no recebimento dos materiais utilizados na obra, e que não houve um controle do fator água/cimento na confecção do concreto.

Tais fatores são de estrema importância para as características mínimas do concreto, onde a argila presente no seixo, bem como a falta de controle do fator água/cimento foram os causadores do pilar em concreto armado estar apresentando a corrosão das armaduras, desprendimento de lascas de concreto e diminuição de sua seção.

A solução estrutural adotada em projeto deve atender aos requisitos de qualidade estabelecidos nas normas técnicas, relativos à capacidade resistente, ao desempenho em serviço e à durabilidade da estrutura (ABNT:6118: 2014).

Para ter uma estrutura eficaz, é importante que seja atendido as diretrizes mínimas de desempenho, segurança, resistência, durabilidade e visando uma execução econômica. Atualmente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT define regras obrigatórias para a concepção de um projeto através segundo a ABNT NBR 6118 (2014), conforme tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Classe de Agressividade Ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana 1) 2)	Pequeno
III	Forte	Marinha 1)	Grande
		Industrial 1) 2)	
IV	Muito forte	Industrial 1) 3)	Elevado
		Respingos de maré	

1) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviços de apartamento residencial e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura)
2) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegida de chuva em ambiente predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.
3) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em industrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: Adaptado da ABNT 6118 (2014)

A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto (ABNT 6118: 2014), conforme tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0.65	≤ 0.60	≤ 0.55	≤ 0.45
	CP	≤ 0.60	≤ 0.55	≤ 0.50	≤ 0.45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
NOTAS 1 O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. 2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. 3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendidos.					

Fonte: Adaptado da ABNT 6118 (2014)

A durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura (ABNT 6118: 2014). Segundo Couto et al., (2013), a deterioração do concreto tem influência de fatores internos e externos, relacionados a ações físicas, químicas e mecânicas que apresentam como sintomas fissuras, a desagregação e que podem ser facilmente identificados devido a viabilidade que elas apresentam.

4.3. ETAPA 3 CONSEQUÊNCIAS DA AUSÊNCIA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.

Para um resultado satisfatório em uma obra, o acompanhamento técnico de um profissional habilitado e qualificado é de suma importância. Os mesmos são responsáveis por enquadrar o projeto dentro das normas, evitando assim futuras patologias, valorização do profissional, ausência de segurança, custos elevados e assim obter no final da obra, bons resultados.

As consequências acometidas pela falta da presença de um responsável habilitado no canteiro de obra, acarretam problemas como gastos excessivos, descontrole no uso de matérias prima por parte dos demais colaboradores, segurança nas edificações, patologias inesperadas, erros no dimensionamento, gambiarras, produto final não sai como o planejado e violação das normativas.

Diante desses pontos negativos que podem ocorrer no canteiro de obra, é de suma importância que em toda edificação, seja ela de pequeno ou grande porte, possua o acompanhamento técnico adequado por profissionais qualificados e habilitados desde o início e fim do projeto. Assim, podendo evitar irregularidades na edificação.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se notar durante a pesquisa que as manifestações patológicas, em particular foram causadas pela ausência do responsável técnico, onde as etapas dos serviços precisam ser executadas conforme estabelecidos em Normas Técnicas e ou especificado pelo fabricante. Deste modo, evitaria o aparecimento de possíveis problemas patológicos.

Além disso, durante esse estudo pode-se entender que as principais causas das manifestações patológicas nas edificações de pequeno porte, podem ser evitadas, e que são consequências da má execução da obra.

Através das manifestações patológicas encontradas e expostas nesta pesquisa, é possível notarmos a gravidade dos futuros problemas na obra, quando a execução é deficiente. Segundo Miotto (2010), é importante à realização de estudos que buscam avaliar, caracterizar e diagnosticar a ocorrência de danos em edificações, pois são fundamentais para o processo de produção e uso das edificações; permitem conhecer ações eficientes para atenuar a ocorrência de falhas e problemas, o que tende a melhorar a qualidade geral das edificações e otimizar a aplicação dos recursos, seja, eles de material ou mão de obra.

Por fim, cabe salientar que mesmo ocorrendo melhorias significativas das técnicas construtivas, mesmo havendo capacitação da mão de obra, a execução de obras de pequeno porte é de grande importância o acompanhamento do responsável técnico

REFERÊNCIAS

[1] ABNT NBR 6118:2014. Projeto de estruturas de concreto armado – Procedimentos. 2014.

[2] COUTO, J. A. S. et al. O concreto como material de construção. Caderno de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT, v. 1, n. 3, p. 49-58, 2013.

[3] DA SILVA, A. F. P., Barros, H. E. B., Ferreira, D. S., do Nascimento, L. G., Lima, F. É. G., & de Oliveira Bezerra, L. (2021). Patologias em estruturas de concreto armado: estudo de caso. BrazilianJournalofDevelopment, 7(1), 363-374.

[4] DE QUEIROZ, D. P., DA SILVA, C. A., & FERNANDES, M. W. Q. Verificação em lajes pré-moldadas (treliçadas com lajotas cerâmicas) de concreto armado executadas sem acompanhamento técnico-segundo a NBR 6118/2014.

[5] FERREIRA, S. G. Ação do Incêndio nas Estruturas de Aço — consequências e recuperação in: Simpósio Nacional de Arquitetura e Proteção Contra Incêndios. Anais. EPUSP. São Paulo: [s.n.], 1998.

[6] GONÇALVES. Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. Rio de Janeiro, 2015.

[7] HELENE, P. R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2. ed. São Paulo-SP: [s.n.], 1992.

[8] LAPA, J. S. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Belo Horizonte - MG: [s.n.], 2008.

[9] MACHADO, Ari de Paula. Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono. São Paulo: Pini, 2002.

[10] MIOTTO, Daniela. Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco - PR. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná: Paraná, 2010.

[11] SELEGIN, C. H, - Análise Quantitativa E Qualitativa Da Conformidade Do Concreto Estrutural: Um Estudo De Caso Em Obras De Caruaru-Pe, Monografia – Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

[12] SILVA, Matheus Augusto Freitas et al. Construção enxuta em obras de pequeno porte. 2018.

[13] Projeto de estruturas de concreto – Procedimento: NBR 6118.

[14] QUEIROZ, Daniel. Pessanha.; SILVA, Cristiano. Antonio.; FERNANDES, Macel. Wallace. Queiroz. Verificação em lajes pré-moldadas (treliçadas com lajotas cerâmicas) de concreto armado executadas sem acompanhamento técnico - segundo a NBR 6118/2014. Anais IV CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: Acesso em: 19/02/2021.

[15] RIBEIRO, D. V. Corrosão em Estruturas de concreto armado: teoria, controle e métodos de análise. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.

[16] SANTOS, STER. Gonçalves. Marques. Portfólio acadêmico acompanhamento de reformas, execução de laje, supervisão e calçamento com bloquetes poliédricos sextavos. 2020. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Lavras, Lavras-Mg, 2020

Capítulo 3

Nióbio na Construção Civil

Moisés Figueira Silva

Resumo: Busca-se construir de uma maneira sustentável, na qual novas técnicas e materiais podem ser utilizados para se chegar no produto desejado. E para reduzir os impactos causados pela construção civil, a liga de Nióbio em estruturas metálicas, apresenta-se como uma possível alternativa de resposta. Tendo como o objetivo geral analisar o efeito da liga de nióbio nas propriedades mecânicas das estruturas metálicas, por meio de análise de dados secundários. Levantando as características mecânicas desse minério na estrutura, para uma análise e estudo da sua empregabilidade. Espera-se alcançar o melhor desempenho da estrutura, o aumento da resistência mecânica, resistência à fadiga e tenacidade à fratura e proporcionar também, uma obra mais limpa e sustentável. O uso de Nióbio como elemento de liga em estruturas metálicas, promove o aumento das propriedades mecânicas do aço.

Palavras-chave: Nióbio. Estruturas Metálicas. Resistência Mecânica.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém grande parte das reservas de Nióbio do mundo. Tal minério tem motivado o interesse de diversas nações devido suas funcionalidades e aplicações em setores variados. Na engenharia, utilizamos esse produto como elemento de "liga", tendo a função de proporcionar o melhor desempenho dos aços micro ligados sem modificar as propriedades já existentes.

Atualmente, observa-se que os aços estruturais são a solução para diversos problemas e desafios enfrentados nas construções recentes, pois eles possibilitam construir mais rápido, tornando a obra mais limpa e com o custo-benefício desejado. Quando o Nióbio é adicionado ao aço convencional, temos a intenção de melhorar suas propriedades mecânicas, como resistência a tração, impacto, ductibilidade, tenacidade à fratura e resistência à fadiga. Sabe-se que o teor de carbono na composição do aço interfere diferentemente na sua resistência. Contudo, o aumento desse elemento afeta negativamente as propriedades do material, pois o Nióbio tende a apresentar afinidade ao carbono e tem a capacidade de formar micro ligas, proporcionando uma melhora nas propriedades mecânicas com pouca adição deste componente. Este artigo visa analisar o efeito da liga de nióbio nas propriedades mecânicas de estruturas metálicas, por meio de dados secundários, analisando a viabilidade técnica e econômica. Visto que o minério de nióbio pode ser a resposta para as novas técnicas construtivas que tanto se busca, se faz necessário o estudo de sua aplicação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. NIÓBIO

O elemento químico de número atômico 41, hoje conhecido como nióbio, foi descoberto em 1801 por um químico inglês Charles Hatchett (1765 - 1847) que relatou a descoberta do colúmbio, um material similar ao tântalo. Posteriormente em 1809, o químico inglês William Hyde Wollaston (1766 – 1828) equivocadamente concluiu que o colúmbio e o tântalo eram idênticos. Somente em 1846 químico alemão Heinrich Rose (1795 – 1864), observou que o tântalo continha um elemento distinto chamado de Nióbio. Esclareceu-se entre 1864 e 1865 que o "colúmbio" e o "nióbio", eram dois nomes que faziam referência ao mesmo elemento e em 1949 fico oficialmente conhecido como Nióbio um elemento químico. Por não possuir utilização comprovada de tal material, em 1965 o governo brasileiro em parceria com o governo americano, permitiu a exploração das reservas de nióbio em solo brasileiro, pela Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia (CBMM). Posteriormente a CBMM passou a ter controle mundial a comercialização de nióbio, comprando a parte das ações que cabiam ao governo americano.

O nióbio não é encontrado de forma livre na natureza, mas a partir de outros minerais como por exemplo, como a columbita e tantalita. Logo após receber o seu nome oficial, o geólogo Djalma Guimarães (1874 – 1973), descobriu as jazidas de pirocloro $(Na, Ca)_2Nb_2O_6(OH, F)$ no município de Araxá, Minas Gerais, o que ocasionou uma mudança no mercado mundial de nióbio, pois ele era extraído de minérios menos comuns. O pirocloro de origem carbonática, é um mineral com teor máximo de 70% de óxido de nióbio, onde suas maiores reservas existentes estão localizadas em território brasileiro, nos estados de Minas Gerais (Araxá), Goiás (Catalão e Ouvidor). A CBMM é responsável por todo processo de extração e refinamento do nióbio, desenvolvimento de produtos com valor agregado,

além de deter toda produção de nacional de Óxido de Nióbio (Nb_2O_5), um insumo químico utilizado para aplicações tecnológicas.

2.2. USO DE LIGAS COM NIÓBIO

A utilização dos aços estruturais e a sua modernização cresce com o passar dos anos, por eles proporcionarem construções mais resistentes, redução no uso de materiais nos canteiros de obras. A necessidade do crescimento das atividades industriais, substituição de infraestruturas antigas, otimização de custos, aumento da população, garantem o aumento dessa utilização dos aços. Cerca de 80% do nióbio produzido destina-se para o uso em ligas, que vão desde estruturas projetadas para suportarem altas temperaturas, como também os aços estruturais, tubos condutores de fluidos, peças aerodinâmicas e automotivas.

O teor de carbono em sua composição influencia diretamente na resistência do aço, o aumento dele afeta negativamente as propriedades desse material. Neste contexto o nióbio tendo a capacidade de forma microligas, por ter afinidade ao carbono, proporciona o aumento da resistência das ligas, sem modificar suas propriedades mecânicas.

Tendo como exemplo a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, que construiu uma de suas unidades em Araxá, Minas Gerais, com uma redução de 22% em peso de aço na estrutura projetada, segundo os estudos de Silvestre et al., o que só foi possível ser feito pela substituição da estrutura de aço convencional classe ASTM A36 (limite de escoamento de 250 MPa) pelo S355 (Limite de escoamento 345 Mpa).

Geralmente com menos de 0,10% de elementos de microligantes, os aços microligados são excelentes escolhas por resultarem em materiais com resistência elevada. Sendo o nióbio responsável por oferecer alta tenacidade, soldabilidade, concedendo melhorias para as estruturas em propriedades mecânicas.

Esses grandes avanços na metalurgia nos seus processamentos que vão desde a aciaria até a laminação, possibilitaram o surgimento de aços mais resistentes e melhores atributos para aplicações estruturais.

Observou-se que os testes realizados entre os aços convencionais e os aços microligados ao nióbio possuem um aumento significativo nas suas propriedades mecânicas, contribuindo para redução no peso da estrutura, consequentemente no custo total da obra.

2.3. VIABILIDADE TÉCNICA

Todo projeto seja ele pessoal ou organizacional tem um custo, previamente orçado onde é desembolsado determinado valor durante a sua execução. Por sua vez todo projeto tem suas características próprias, o que torna uma difícil decisão para um investidor. O estudo da viabilidade técnica ocorre na fase de planejamento de um empreendimento, que avalia todos os custo e riscos de determinado projeto, considerando o seu retorno financeiro, adequando-se a leis e normas vigentes do local de origem, como da própria organização.

No Brasil toda produção de Nióbio é administrada pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, tendo como principal segmento a siderurgia que representa cerca de 80% do volume das vendas da companhia, onde 40% deste nióbio é utilizado

para a construção civil. A CBMM após a construção de um edifício industrial em Araxá, Minas Gerais, realizou um estudo de campo, onde a execução deste projeto foi feita com materiais contemporâneos, especialmente com o aço microligado ao nióbio, obtendo excelentes resultados com redução de 21% no total de peso da estrutura e em 17% no seu custo. Com menos utilização de materiais, gasta-se menos matéria-prima, reduz o transporte de insumos, a obra torna-se mais limpa, consequentemente menos energia se perde. O âmbito que circula em torno da sustentabilidade torna-se possível com a modernização no processamento desses materiais, no qual o nióbio ganha destaque pelas suas aplicações na construção civil.

O que ocorre é que todo seu processamento de refinamento, que vai desde a extração do minério até o produto com valor agregado, é de alto custo, exigindo uma tecnologia de ponta pouco conhecida. Observa-se que o mercado para esse minério e restrito, se houver um aumento de produção, não existiria demanda, pois apesar de todos os seus benefícios, o mercado mundial procuraria outros minérios para a substituição ou exploraria outras reservas.

Essa é a problemática quando uma empresa monopoliza a exploração, que necessita de altos investimentos, pelo fato de não existir a concorrência comercial deste minério em território brasileiro, o que o torna de difícil aquisição, onde o consumidor seja ele público ou privado, perde seu direito de escolha, impactando diretamente nos preços cobrados pelos produtos e serviços oferecidos.

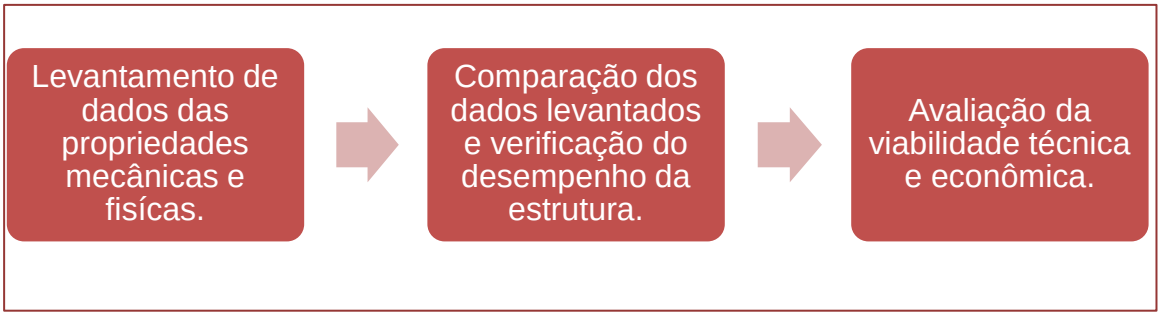
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esse trabalho será executado utilizando a abordagem quantitativa, na qual utiliza-se a quantificação dos dados levantados para que seja possível uma análise estatística precisa e confiável, sem interpretações distorcidas. Portanto, a pesquisa quantitativa é conseguida na busca de resultados exatos evidenciados por meio de variáveis preestabelecidas, em que se verifica e explica a influência sobre as variáveis, mediante análise da frequência de incidências e correlações estatísticas. (MICHEL, 2005).

Classifica-se essa pesquisa como exploratória, visto que os procedimentos metodológicos adotados valorizam pesquisas bibliográficas, artigos e materiais já publicados para uma melhor compreensão e análise dos dados obtidos.

O trabalho foi representado em 3 etapas de acordo com Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

Levantar os dados de propriedades mecânicas e físicas de estruturas metálicas com liga de nióbio, por meio de revisão bibliográfica sistemática nas bases de dados Google Acadêmico. Palavras de busca: uso de nióbio em estruturas metálicas, Propriedades mecânicas. Critérios de inclusão: Artigos, revista (issm). Critérios de exclusão: Trabalhos de conclusão de curso. Trabalhos que não sejam de revistas.

3.2. COMPARAÇÃO E VERIFICAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS

Comparar os dados de propriedades mecânicas e físicas de estruturas com nióbio e aço, através de dados secundários, por meio de análise estatística, variância, desvio padrão. Identificando os percentuais de ganhos e perdas das suas propriedades.

3.3. ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA

Analisar viabilidade técnica e econômica, por meio de análise de custo e operação, promovendo o uso da liga de nióbio como uma vantagem técnica na construção civil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento de dados realizados no google acadêmico, termos utilizados: Uso de nióbio em estruturas metálicas 6290 artigos, Uso de nióbio em estruturas metálicas: Propriedades mecânicas 6010 artigos, Nióbio na construção civil 12 artigos. Após a aplicação do corte temporal (2017-2022), foram encontrados 2100 artigos. Logo em seguida colocados os filtros de pesquisa como: Ordenar por relevância, páginas em português, artigos de revisão. Por fim tendo como base os critérios de inclusão (Artigos, revista (issm) e de exclusão (Trabalhos de conclusão de curso, trabalhos sem publicações comprovadas), segue abaixo Tabela 1 e Tabela 2 com os quantitativos de artigos.

Tabela 1 - Artigos incluídos

Artigos Incluídos	
Autor(a)	Nome do Artigo
Bruno Benedito Bizarria, Fernando Henrique Gomes de Souza	Propriedades mecânicas do nióbio microligado ao aço sae 1070
Thiago de Souza Amaral, Leonardo Magalhães Silvestre, Peter Langenberg, Alexandre Magnus Jordão, Marcos Paulo Meira, Marcelo Carboneri Carbon	Uso de aço de alta resistência microligado ao nióbio com limite de escoamento de 450 mpa para construções mais eficientes
Carlos G. O. Bruziquesi, Jose Gabriel Balena, Márcio César Pereira, Adilson C. Silva, Luiz C. A. Oliveira	NIÓBIO: UM ELEMENTO QUÍMICO ESTRATÉGICO PARA O BRASIL
Mamede, Erivaldo, Mendes, Fernanda	O estudo dos efeitos da adição de nióbio no aço para construção civil

Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 2 - Artigos excluídos

Artigos Excluídos	
Autor(a)	Nome do Artigo
Fabio Miranda, Laerte Jose Fernandes, Mario Henrique Fernandes Batalha, Daniel Rodrigues, Rodrigo Lima Stoeterau, Gilmar Ferreira Batalha	As matérias-primas críticas em ferramentas de corte para aplicações de usinagem
Vinicius Zortéa Ferrari, André Carvalho Tavares, Vinicius Martins, Célia de Fraga Malfatti	Usinagem do nióbio comercialmente puro
Sousa, João Matheus Batista Amaro de	Influência dos elementos de liga nos aços inoxidáveis duplex e superduplex utilizados na indústria do petróleo
Jaime Casanova Soeiro Junior, David Bellentani Rocha, Sérgio Duarte Brandi	UMA BREVE REVISÃO HISTÓRICA DO DESENVOLVIMENTO DA SOLDAGEM DOS AÇOS API PARA TUBULAÇÕES
Maria Carolina Bandeira Macena, Carmem Dolores de Sá Catão, Rachel de Queiróz ferreira rodrigues, Jeterson moura Fernandes vieira	FIOS ORTODÔNTICOS, PROPRIEDADES MICROESTRUTURAIS E SUAS APLICAÇÕES CLÍNICAS
Pinheiro, Bruno Ribeiro	Estudo sobre adição de elementos de liga e do tratamento térmico de solubilização para melhorar as propriedades mecânicas e de resistência à corrosão dos aços AISI 304 submetidos a elevadas temperaturas

Fonte: Autoria própria (2022)

Após levantamento de dados, calculou-se o desvio padrão e a variância dos ganhos relacionados as propriedades mecânicas, dos artigos supracitados da seguinte forma:

Fórmula do Desvio Padrão

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i \bar{x})^2}{n-1}}$$ (Equação 1)

Fórmula da Variância

$$S^2 = \sqrt{\frac{\sum(x_i \bar{x})^2}{n-1}}$$ (Equação 2)

S^2 → Quer dizer a variância, ou seja, o resultado que precisamos encontrar.

xi → Significa o valor que está sendo analisado.

x → Significa a média aritmética da amostra.

n → Significa o número de dados da amostra.

O Quadro 1 mostra as medidas de dispersão e de tendências centrais dos dados coletados, dos ensaios de resistência a tração.

Quadro 1- Medidas de dispersão e de tendências centrais dos dados coletados, dos ensaios de resistência a tração

Medidas dispersivas e de tendência central				
Desvio padrão	**Variância**	**Média**	**Mediana**	**Moda**
6,91%	47,84%	22,6%	20%	x

Analisando as medidas da resistência a tração observou-se que o desvio padrão foi elevado, o que se confirma com o valor da variância. Neste caso a moda indica que não há um número frequente de ocorrência nos dados. Isso pode ser explicado pela variada relação no tamanho dos grãos utilizados. Reduzir o tamanho de grão gera um importante aumento na resistência para todos os teores de carbono considerados. Esta redução de tamanho de grão, é ainda maior quando se usa nióbio, devido ao seu efeito de prevenção de recristalização durante a laminagem controlada. Além disso, o nióbio precipita sob a forma de partículas muito finas, contribuindo ainda mais para o aumento da resistência.

A viabilidade técnica foi avaliada conforme os requisitos da NBR 8800 (ABNT, 2008) e NBR 15279 (ABNT, 2005) que estabelecem os requisitos exigíveis paras projetos de estruturas de aços e perfis a serem a utilizados. O problema do nióbio é o mercado limitado, pois o minério não é comercializado na sua forma bruta e o investimento exigido na sua transformação é muito alto. A Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) e líder na produção de Nióbio no mundo, sendo controlada pelo Grupo Moreira Salles, porém mesmo com todo este monopólio ainda n foi possível gerar um mercado rentável que suprisse tamanhos investimentos, pelo fato do nióbio ser um minério substituível por outros metais como: vanádio e titânio.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou constatar os efeitos dos ganhos de propriedades mecânicas em estruturas metálicas com nióbio, onde os resultados mostraram um aumento significativo nas suas propriedades, sem afetar as mesmas, promovendo um aumento da resistência mecânica e tenacidade a fratura com pouca adição deste elemento na composição dos aços. Tais melhorias resultam numa diminuição do peso dos aços estruturais, contribuindo para menores custo e uma obra mais limpa, com menos uso de material. Entretanto apesar de o Brasil possuir cerca de 94% das reservas mundiais de nióbio, o minério não se torna rentável, não temos demanda de mercado, pois é um metal substituível. Exporta-se matéria-prima e compra-se o material já pronto, sem gerar valor agregado ao minério, que por sua vez é vendido a baixo custo, quando comparado com os outros metais que são comercializados.

REFERÊNCIAS

[1] Seer, H. J.; Moraes, J. C.; Nióbio - Recursos Minerais de Minas Gerais, UFMG: Belo Horizonte, 2018. Disponível em: http://recursomineralmg.codemge.com.br/wp-content/uploads/2018/10/Niobio.pdf. Acesso em: 10/10/2021. Base de dados.

[2] Special Materials: INCONEL® alloy 718, 2007, disponíevel em http://www.specialmetals.com/assets/smc/documents/inconel_alloy_718.pdf, acessado em outubro 2019.

[3] https://neofeed.com.br/brand-stories/apresentado-por-cbmm/a-revolucao-na-construcao-civil-que-aguenta-ate-terremotos/. Acesso em: 11/10/2021.

[4] Brasil. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Sumário Mineral. Brasília; 2017; disponível em http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumário-mineral-brasileiro-2017/nióbio_sm_2017, Acesso em 11/10/2021.

[5] https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2013/07/08/interna_tecnologia,418415/pesquisa-da-puc-mostra-que-misturar-o-niobio-ao-ferro-fundido-traz-muitas-vantagens.shtml Acesso em: 11/10/2021.

[6] https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2022/03/tecnologia-com-niobio-e-diamante-e-desenvolvida-para-uso-na-construcao-civil. Acesso em: 12/10/2021.

[7] https://www.scielo.br/j/qn/a/GqJxYfqWsqktQHbVYgTvpnS/?lang=pt Acesso em: 12/11/2021

[8] http://www.smcprojetos.com.br/niobio-e-sua-utilizacao-na-engenharia/. Acesso em 14/10/2021

[9] Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração. Linha completa de produtos de nióbio de alta qualidade, disponível em https://www.cbmm.com/pt/Partner-with-CBMM/Products. Acesso em: 15/10/2021.

[10] Kim, K.; Hwang, J.; Seo, H.; Kim, H. S.; Kim, J. H.; J. Mater. Sci. 2019, 54, 2493. Disponível em https://www.scielo.br/j/qn/a/GqJxYfqWsqktQHbVYgTvpnS/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 17/10/2021.

[11] Silvestre L et al. High Strength Steel as a Solution for the Lean Design of Industrial Buildings. Journal of Materials Research and Technology. Elsevier, 2012; 35-41.

[12] LIMA, Eric Fortunato Soares. Propriedades mecânicas e resistência à corrosão de aços-carbonos aplicados na indústria de petróleo e gás: uma revisão de literatura. 2022.

[13] DA SILVA, Cassio Roberto; DE AZEVEDO, Ricardo Guimarães. Recursos minerais do Brasil: Diretrizes para o setor mineral. Terrae Didatica, v. 17, p. e021020-e021020, 2021.

[14] PINHEIRO, Bruno Ribeiro. Estudo sobre adição de elementos de liga e do tratamento térmico de solubilização para melhorar as propriedades mecânicas e de resistência à corrosão dos aços AISI 304 submetidos a elevadas temperaturas-uma revisão de literatura. 2021.

[15] World Steel Association. Steel Markets, Buildings and Infrastructures. 2015 [acesso em 07 jan. 2016]; Disponível em: http://www.worldsteel.org/Steel-markets/Buildings-andinfrastructure.html.

Capítulo 4

Análise do retorno financeiro em edificações residências no municipio de Benjamin Constant

Ociney Cabral Firmino Junior
Valderlene de Lima Rodrigues

Resumo: A eficiência energética em edificações residenciais antes de alcançar a desejada economia requer desembolsos de altos valores financeiros para a instalação do sistema. Por ser um campo da engenharia que ainda está se destacando no mercado, é importante que se tenha um vasto conhecimento e estudos mais apurados acerca do tema em questão. Considerando todos os gastos e no futuro um retorno financeiro do uso de energia solar em edificações residenciais, o objetivo deste artigo é determinar o retorno financeiro em edificações residências unifamiliares no município de Benjamin Constant, por meio de um estudo de caso. Para alcançar o objetivo geral será necessário definir as características da edificação residencial unifamiliar, levantar o consumo diário e calcular o custo de implementação do sistema. Mediante a isso, podemos perceber que o padrão de consumo de energia residencial unifamiliar fornecida pela concessionária, será bem diferente do consumo de energia através das placas solares. Com os estudos pode-se afirmar que este método é eficaz e garante a economia de energia a longo prazo.

Palavras-chave: Eficiência energética. Edificação unifamiliar. Retorno financeiro. Analises

1. INTRODUÇÃO

A partir dos anos 70, surgem inúmeros fontes de geração de energia com fins de tentar de certa forma burlar o uso de combustíveis fósseis, decorrente da crise do petróleo fazendo com que as pessoas possam sair de sua zona de conforto e desenvolver os campos de atuação da tecnologia energética.

A utilização racional de energia, como um ato de eficiência energética, que proporciona, de modo eficiente a energia e com um determinado resultado nesse caso, tratando- se do retorno financeiro. A instalação de painéis solares nas coberturas dos edifícios tende a ter uma redução de até 60% principalmente no consumo de energia para o aquecimento de água. Entretanto, pode-se dizer que a eficiência energética consiste em fazer um maior número de tarefas com um menor consumo de energia.

A civilização nas últimas décadas vem buscando por meios de geração de energia mais racionais. O objetivo geral é determinar o retorno financeiro em edificações unifamiliar no município de Benjamin Constant, sabe-se que a população por sua vez, enfrenta essa problemática em questão do alto custo de energia fornecido pela concessionária, tendo em vista que, este tema é de grande relevância para a região norte destacando algumas localidades, compreende-se que, esta região também dispõe de um alto índice de nebulosidade em algumas localidades, que de certa forma torna-se inviável aquisição deste sistema.

Portanto, devido custo expressivo no consumo de energia elétrica, suscitou o interesse em realizar essa pesquisa para poder entender e levar ao conhecimento da população através dos estudos apurados. Sendo assim, a pesquisa, propõe melhor entendimento referente a eficiência energética em questão, pois traz consigo argumentos relevantes e de uma linguagem de fácil entendimento. Nesse contexto será apresentado os tópicos abordados na fundamentação teórica como embasamento para fundamentar esta pesquisa. 2.1 Definição de Eficiência Energética em Edificações; 2.2 A Energia Fotovoltaico em Edificações Unifamiliares; 2.3 Política Industrial para Eficiência Energética; 2.4 Retorno Financeiro da Energia Solar em Residências.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. DEFINIÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

O termo usado “eficiência energética” destaca-se no cenário mundial atualmente devido os problemas do aquecimento global. Mediante a isso, há uma preocupação em difundir essa questão, que visa a eficiência energética economicamente. De fato, a demanda energética tem aumentado consideravelmente devido o crescimento de diversos setores nas ultimas décadas.

> O assunto eficiência energética ganhou destaque no cenário mundial principalmente depois da crise do petróleo da década de1970, percebeu-se que o uso de combustíveis fosseis tem custos econômicos e ambientais crescentes. Ficou cada vez mais claro que a correção de hábitos e a utilização de equipamentos mais eficientes podem diminuir a necessidade de ampliação da geração de energia elétrica, geração por vezes atrelada a fontes não energia. (POVOÁ, 2014, p.6).

O Brasil, seguindo a tendencia de diversos países traça metas na redução do consumo final de energia em setores industriais e, comerciais e residências. Afim de melhorar a energia gerando custos reduzidos associados à preservação da natureza que é um elemento de suma importância para o país.

Nesse contexto também, destaca-se Ribeiro (2005, apud CARDOSO; BARRETO; MACHADO, 20013. P.1) eficiência energética é um conjunto de práticas e politicas que visa reduzir os custos de energia sem afetar e/ou alterar a qualidade, precisa-se fazer um planejamento integrado, eficiência na geração, transmissão e distribuição.

2.2. A ENERGIA FOTOVOLTAICO EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIAR

De acordo com Fonseca (2016), a viabilidade econômica e financeira e os benefícios da implantação de energia solar denominada fotovoltaica em residências, os resultados são predominantemente positivos, apontando a viabilidade do uso de energia solar como forma de reduzir custos e diversificar a matriz energética, tornar o consumidor mais independente e reduzir os impactos dos altos custos de energia.

A energia fotovoltaica depende da disponibilidade de luz solar denominada energia renovável solar fotovoltaica, considerada intercedente, porque a quantidade de energia elétrica produzida ao longo do dia fica variando.

De acordo com Pinho e Galdino (20014), o efeito fotovoltaico é a conversão direta da luz (espectro visível) em energia elétrica e, a célula é o elemento que realiza essa conversão.

A maior produção de energia fotovoltaica, estão armazenadas nos reservatórios das hidroelétricas. Obviamente que a introdução de uma forma de energia produzida na matriz energética do país, se torna algo muito complicado e de fato lento.

Segundo Kemerich et al., (2016) a energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade por intermédio de materiais semicondutores. Esse fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico.

Portanto, a energia solar que é instalada em edificações, módulos ou painéis fotovoltaicos, inversor e medidor bidirecional denomina-se “relógio de luz” conhecido popularmente com “contador de energia”, facilitando ao leitor ter uma base de quanto está sendo armazenado a energia solar produzida na residência.

2.3. POLÍTICA INDUSTRIAL PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De acordo com Kupfer (2004) é de suma importância que a política industrial acelere os processos de transformação e que produza mais forças de mercado mesmo havendo uma lentidão, podendo operar e disparar os processos e as forças que são incapazes de articular. De fato, a política industrial tem a intencionalidade de criar medidas que assegure simultaneamente o aumento da inserção internacional da indústria seja ela na exportação e substituição de importações, e a modernização da indústria, integrando setores tradicionais, com grande participação de pequenas e médias empresas e voltadas para o mercado interno.

A modernização da indústria só será atingida com a eficiência energética, quando diminuir o consumo de energia elétrica das residências e empresas ocasionando uma redução dos custos de produção. Conforme Kupfer (2004), a política industrial poderia se

organizar em três componentes: (I) as políticas de modernização, (II) as políticas de reestruturação e (III) a política de concorrência e de regulação. Mediante a isso, os projetos de eficiência energética devem ser inclusos nas políticas de modernização. Com isso, visando a capacitação produtiva e comercial das empresas.

Salienta-se, mesmo que existam muitos programas de apoio e incentivo ao aumento da eficiência energética, ainda é falho uma política governamental efetiva que abrange e incentive as indústrias a investir na conservação e no uso racional de energia.

2.4. RETORNO FINANCEIRO DA ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIAS

A indústria de geração de energia elétrica, a partir da fonte solar, pode ser considerada definitivamente a melhor opção para a demanda de energia no futuro, uma vez que é superior em termos de disponibilidade, custo-eficácia, acessibilidade, capacidade e eficiência em comparação com outras fontes de energia renováveis (KANNAN; VAKEESAN, 2016)

É enfático mostrar que, o Brasil é um país em desenvolvimento que ainda precisa de mudanças para que seu progresso prossiga sustentável. Vale ressaltar que é necessário que se tenha um sistema de geração de energia elétrica capaz de amparar o avanço e suprir as necessidades de todos.

Sabe-se que no Brasil, é notório que o consumo de energia elétrica está atrelado as demandas disponíveis deste recurso para atender as necessidades do governo, das empresas e a sociedade.

Vale ressaltar que, o propósito da utilização desse método da eficiência de energia é para uma possível viabilidade econômica, ou seja, um retorno financeiro a longo prazo, esse método utilizado por muitos profissionais da área de gestão econômica e financeira.

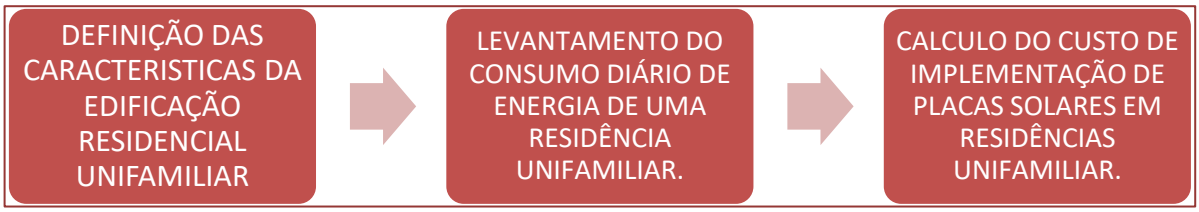
Então, serão utilizados nestas alises o payback simples, que fará analises somente dos investimentos e os ganhos dessa aplicação financeira em uma residência. Que nesse caso, é de uma residência unifamiliar.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Quantos aos procedimentos metodológicos, a pesquisa apresenta-se com uma abordagem qualitativa, quanto a natureza é uma pesquisa básica, quantos aos objetivos trata-se de uma pesquisa descritiva. Os procedimentos técnicos utilizados, relativamente foi realizado através de critérios executados em uma edificação unifamiliar.

Na figura 1 estão representadas as três etapas que se baseou a pesquisa.

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa:



Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASO

Esse estudo foi realizado em uma residência no Bairro Cidade Nova no município de Benjamin Constant. A residência construída com material em alvenaria, medindo 100 m2. Nesta residência moram atualmente (04) pessoas, sendo elas (02) adultos, (01) criança e (01) adolescente. O bairro foi escolhido para a realização deste trabalho por ser um lugar de terra firme, por não ser muito arborizado e/ou descampado, por isso sol tende a ser mais forte facilitando a implementação desse sistema nessa localidade.

Com essas definições será feito uma pesquisa de estudo caso, que consiste em utilizar um ou mais métodos que qualificam as informações seguindo uma linha rígida de investigação.

3.2. DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR.

Segundo a ABNT NBR (2006), as condições técnicas e econômicas dos projetos das edificações ou mesmo um conjunto de edificações, estabelecendo os critérios de como descrever as ideias a serem vendidas, avaliar os custos unitários e calcular o roteiro da construção. Uma vez que, esta lei subsidiará nesta pesquisa, para que possa entender como estipular os gastos com a implementação do sistema fotovoltaico do uso de energia solar em uma residência, para fazer esse levantamento, foram feitos analises em uma residência unifamiliar de classe média tem como características 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).

3.3. LEVANTAMENTO DO CONSUMO DIÁRIO DE ENERGIA DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.

Para aprimorar esses estudos, precisou-se pesquisar uma tabela contendo informações dos gastos de energia de uma residência unifamiliar do mesmo porte da residência da qual cito neste artigo. De acordo com a Cooperluz, os cálculos supracitados, subsidiará para a melhor compreensão do gasto de cada eletrodoméstico desta residência. Para fazer o levantamento do consumo diário é necessário fazer um cálculo utilizando a quantidade de watts e dividindo essa quantidade por 1.000 em seguida multiplicar pela quantidade de horas e/ou minutos utilizada. Assim, terá a quantidade de watts que cada aparelho consome por dia. Vale ressaltar que, alguns eletrodomésticos terão esse consumo todos os dias do mês como, geladeira e moldem de internet, o consumo será distinto dos demais, que utilizam somente algumas horas diárias e outros apenas minutos.

3.4. CALCULO DO CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DE PLACAS SOLARES EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.

Para melhor compreensão dos cálculos da implementação de placas solares foi feito uma pesquisa de mercado, usando orçamentos de dois fornecedores para fazer o levantamento comparativo de custos de compras dos equipamentos necessário na instalação das placas, que melhor atende as expectativas do consumidor e consequente a média mensal desta residência.

A quantidade de irradiação solar da localidade e a quantidade mensal do consumo da residência em watts, essa descoberta contribuiu para saber qual a potência necessária do conjunto fotovoltaico que melhor atenderá a demanda mensal. Essa investigação e/ou comparação de valores considerados acessíveis, possam garantir a viabilidade econômica no momento da aquisição dos equipamentos para a instalação do conjunto fotovoltaico.

O referido cálculo foi realizado a partir das informações obtidas nos orçamentos dos fornecedores viabilizando a aquisição dos equipamentos favorecendo processo de economia.

$$\frac{Cd}{Is} = kwp \qquad (1)$$

onde:

- $Is = Iradiação\ solar$
- $Cd = Consumo\ diario$
- $kwp = Pico\ de\ irradiação\ solar$

Seguem os cálculos:

$$\frac{22{,}18}{4{,}32} = 5{,}13\ kwp$$

Após encontrar o valor de kwp (equação 1) será necessário fazer o cálculo de eficiência do sistema que irá ser usado uma taxa de 75% de eficiência e de 25% para perca que será feito através da equação 2.

$$\frac{Es}{Ft} = Et \qquad (2)$$

Onde:

- $Es = Eficiencoa\ do\ sistema$
- $Ft = Força\ total$
- $Et = Eficiencia\ do\ sistema$

Segue os cálculos:

$$\frac{75}{100} = 0{,}75\ Et$$

Após encontrar a taxa de eficiência do sistema será feito o cálculo da potência a ser utilizada pelo sistema fotovoltaico que é dada pela equação 3.

$$\frac{kwp}{Et} = Ps \qquad (3)$$

Onde:

- $kwp = Pico\ de\ irradiação\ solar$
- $Et = Eficiencia\ do\ sistema$
- $Ps = Potencia\ do\ sitema$

Segue os cálculos:

$$\frac{5{,}13}{0{,}75} = 6{,}84\ Ps$$

Feitos os cálculos agora pode-se fazer o dimensionamento da quantidade de placas a serem utilizadas na edificação. Sendo que 1kw = 1000 então será feita a equação 4.

$$Ps\ x\ 1.000 = kw \qquad (4)$$

Onde:

- $Ps = Potencia\ do\ sistema$
- $1.000 = whatts$
- $kw = Potencia\ dos\ whatts$

Segue os cálculos:

$$6{,}84\ x\ 1.000 = 6.840$$

Foi feito o cálculo da quantidade de placas a serem utilizadas na edificação residencial unifamiliar através da equação 5.

$$\frac{kw}{450} = Qp \qquad (5)$$

Onde:

- $kw = Potencia\ dos\ whatts$
- $450 = Potencia\ da\ placas\ solar$
- $Qp = Quantidade\ de\ placas\ a\ serem\ ultilizadas$

Segue os cálculos:

$$\frac{6840}{450} = 15\ Qp$$

O cálculo a seguir trata-se dos resultados em quanto tempo este investimento será pago.

$$Vp\ x\ M = R \qquad (6)$$

Onde:

- $Vp = Valor\ pago\ a\ concessioria\ de\ energia$
- $M = Messes$
- $R = Retorno\ do\ investimento$

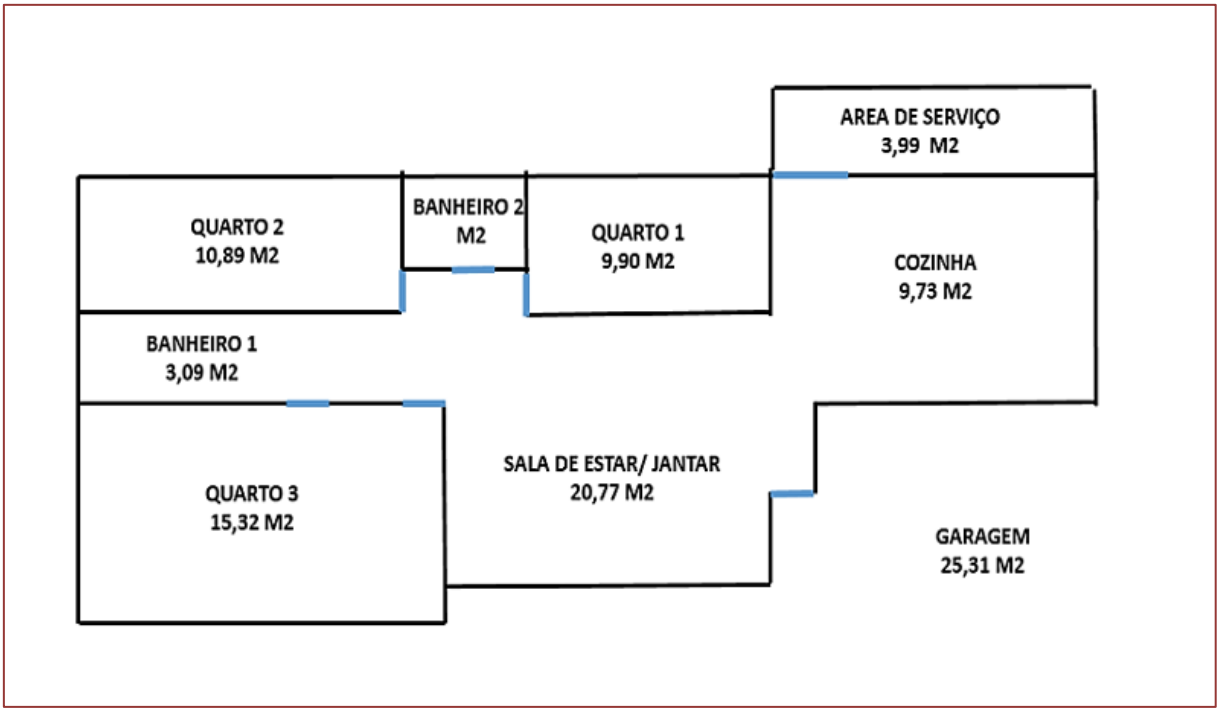
Calculo:

$$607{,}78\ x\ 60 = 36.466{,}80$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR.

Figura 2: Planta da residência em estudo.



Fonte: Autoria própria. (2022)

Na figura acima, pode-se ter uma base dos cômodos da residência em questão, uma casa em alvenaria medindo 100 m2, em um pavimento com 1 sala de estar, 1 cozinha, três quartos sendo um suíte, 1area de serviço e garagem.

4.2. LEVANTAMENTO DO CONSUMO DIÁRIO DE ENERGIA DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.

Para fazer o levantamento da edificação residencial unifamiliar foi necessário contabilizar a quantidade de eletrodomésticos da residência em questão, precisou-se saber a quantidade de watts de cada aparelho dessa residência, sendo possível fazer os cálculos de quanto cada aparelho consome diariamente na edificação. Para fazer esse cálculo utilizou-se, uma tabela para organizar as informações e entender como se dá o devido consumo de cada equipamento eletrodoméstico desta residência.

Tabela 1: Levantamento diário do consumo.

Aparelho	Watts	Uso por	Consumo Diário em KWh
Ventilador	100	8 h	0,8
Tv	200	5 h	1
Micro Ondas	1.300	20 min	0,26
Geladeira	250	24 h	6
Ar Condicionado	800	8 h	6,4
Cafeteira	300	32 min	0,96
Liquidificador	600	1 h	0,6
Ferro de Passar	750	1 h	0,75
Secador	1.000	10 min	0,1
Impressora	50	1 h	0,5
Máquina de lavar	1.500	1 h	1,5
Vídeo game	20	1 h	0,2
Torradeira	800	10 min	0,8
Chuveiro Elétrico	5.000	32 min	1,6
Notebook	36	8 h	0,28
Moldem de internet	18	24 h	0,43
Total			**22,18**

Fonte: Autoria proporia. (2022)

Mediante a obtenção do consumo diário da edificação residencial unifamiliar pode-se continuar com os dados para identificar a média mensal de kwh, que será necessário para entender qual é a potência do conjunto fotovoltaico a ser utilizado nessa residência. Para isso será utilizado uma tabela para organizar as informações dos últimos 12 meses de consumo, após obter o valor total será dividido pela quantidade de messes analisados para que se tenha a média mensal do consumo utilizado.

Tabela 2: Histórico de consumo mensal.

Mês	Consumo mensal KWh
Maio	598
Junho	585
Julho	615
Agosto	578
Setembro	610
Outubro	597
Novembro	600
Dezembro	548
Janeiro	598
Fevereiro	595
Março	584
Abril	568
Total	7.076
Média mensal	**589,6**

Fonte: Autoria própria. (2022)

Portanto, sabe-se que o consumo diário da (tabela 1) e o consumo diário mensal (tabela 2), é necessário seguir para fazer com os cálculos para a implementação do conjunto fotovoltaico na edificação.

4.3. CÁLCULO DO CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DE PLACAS SOLARES EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.

Os cálculos dos custos da implementação deste sistema, precisou-se fazer uso da equação 1 para poder encontrar o valor de pico da irradiação do local que corresponde ao valor de 5,13 KWP. Seguindo este critério a equação 2 nesse caso, servirá para encontrar a eficiencia do sistema em questão.

Na equação 3, fez-se o cálculo da quantidade de potência máxima que uma placa necessita para absorver a quantidade de pico que supra a necessidade de absorção diária de energia que fica no valor de 6.84 Ps. Os cálculos da equação 4, visa, encontrar a potencia total que será preciso para atender a demanda mensal. Após realizado os cálculos da equação 1, 2, 3 e 4, fez se necessário calcular a equação 5 que se trata da quantidade de placas a serem utilizadas.

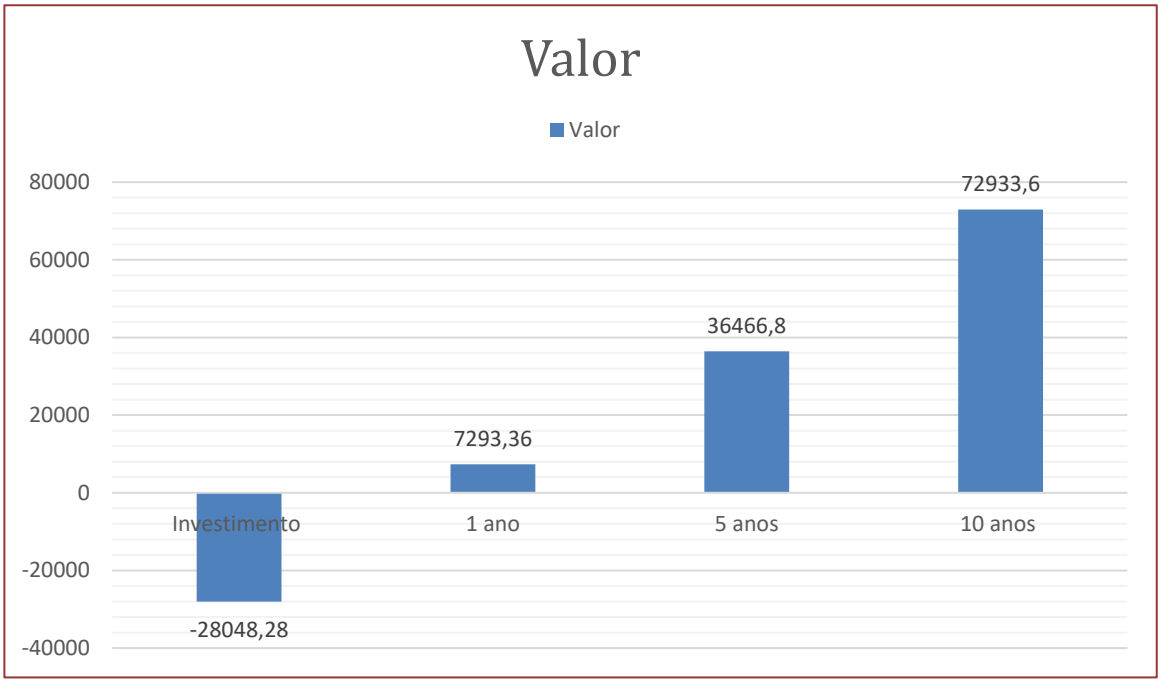
Todos os dados foram encontrados a quantidade de placas necessárias para atender a demanda da residência em questão fez-se a pesquisa de mercado na qual será usado dois fornecedores referentes a tabela 3 e 4 para identificar o melhor preço dos equipamentos para instalação.

Tabela 3: Preços fornecedor 1:

Equipamento	Unidade/ Metros	Preço unitário
Painel solar CS3W-450MS 144 células monocristalino 450W – Canadian	15 unidade	R$ 1.1299,99
Inversor/Gerador solar On-Grid 6KW monof. 220v SG6K-D com monitoramento wi-fi – Sungrog	01 unidade	R$ 5.595,49
Cabo Flexível Atoxsil solar 1,8 KV C.C 6mm vermelho – Cordeiro	50 metros	R$ 8,99
Cabo Flexível Atoxsil solar 1,8 KV C.C 6mm preto – Cordeiro	50 metros	R$ 8,99
Conector MC4 fêmea 4-6mm 1500vcc T4-PPE-1 – Canadian	02 unidades	R$ 9,99
Conector MC4 macho 4-6mm 1500vcc T4-PPE-1 – Canadian	02 unidades	R$ 9,99
Quadro String Box 2E/2S SB 1040V 18k – Clamper	01 unidade	R$ 713,99
Total		**R$ 28.048,28**

Autor: Autoria própria. (2022)

Gráfico 1. Valores do investimento.



Fonte: Autoria própria. (2022)

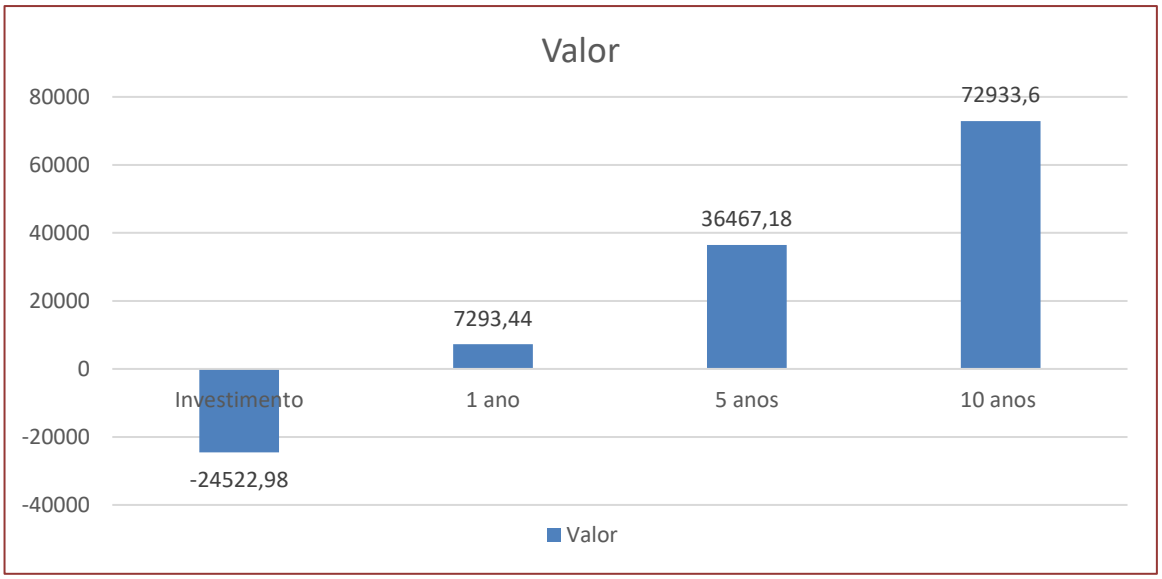
Como observado os valores da tabela 3 o valor a ser investido no orçamento do fornecedor de número 1 será de 28.048,28, esse valor terá um retorno gradativamente com o passar dos anos como é observado no gráfico 1, no prazo de 5 anos o investimento feito já está pago, ou seja, será nulo como podemos observar na equação 6.

Tabela 4: Preços fornecedor 2.

Equipamentos	Unidades/ Metros	Preço unitário
Painel solar CS3W-450MS 144 células monocristalino 450W – Canadian	15 unidades	R$ 1.199,99
Inversor/Gerador solar On-Grid 6KW monof. 220v SG6K-D com monitoramento wi-fi – Sungrog	01 unidade	R$ 4.980,19
Cabo Flexível Atoxsil solar 1,8 KV C.C 6mm vermelho – Cordeiro	50 metros	R$ 7,99
Cabo Flexível Atoxsil solar 1,8 KV C.C 6mm preto – Cordeiro	50 metros	R$ 7,99
Conector MC4 fêmea 4-6mm 1500vcc T4-PPE-1 – Canadian	02 unidades	R$ 8,99
Conector MC4 macho 4-6mm 1500vcc T4-PPE-1 – Canadian	02 unidades	R$ 8,99
Quadro String Box 2E/2S SB 1040V 18k – Clamper	01 unidade	R$ 737,98
Total		**R$ 24.552,98**

Fonte: Autoria própria. (2022)

Gráfico 2. Valores do investimento.



Fonte: Autoria própria. (2022)

Os valores da tabela 4, bem como o valor a ser investido no orçamento do fornecedor de número 2 será de 24.522,98, esse valor terá um retorno gradativamente com o passar dos anos como é observado no gráfico 2 no prazo de 5 anos o investimento feito já está pago, ou seja, será nulo como podemos observar na equação 7.

Podemos analisas os detalhes de cada orçamento entre os fornecedores um e dois fica claro que a melhor opção para o investimento é mais viável o retorno econômico e o orçamento a ser escolhido será o de número 2.

Como aponta o gráfico 1, o investimento inicial é de 28.048,28 e no gráfico 2 podemos perceber que o investimento será no valor orçamental de 24.522,98, após a utilização deste sistema, percebeu-se que no primeiro ano o valor que se economizaria da energia fornecida pela concessionária será de 7.293,36, tendo em vista que, durante o período de equivalente a 05 anos o valor que deixaria de pagar a concessionária é em torno de 36.466,80, sendo assim o investimento inicial estaria de certa forma pago e a partir deste, estaria obtendo uma economia significativa.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos aspectos estudados ao longo deste trabalho, conclui-se que o objetivo geral e os específicos foram alcançados, tendo em vista que as etapas do artigo estão sendo demonstradas de forma explicita o que foi proposto.

Como apresentado neste artigo o objetivo geral é determinar o retorno financeiro em edificações residenciais unifamiliar. Levando em consideração que a execução desse trabalho requer o gasto expressivo, com equipamentos e em seguida a mão de obras.

Mediante a isso foi necessário definir as características da edificação residencial unifamiliar, por meio de pesquisa de padrão de edificação de classe media e identificar o padrão de consumo. Foi através das pesquisas de padrão que se chegou na conclusão de resultados pertinentes do padrão de consumo em questão.

Foi de suma importância levantar o consumo diário de energia de uma residência unifamiliar por meio de quantificação do demonstrador de energia dos equipamentos, identificar a economia no consumo de energia que deixarei usar da concessionária. Com esses levantamentos pode-se perceber a economia de energia que deixaria de gastar com a concessionária e isso de certa forma me traria a longo prazo uma economia relevante.

Para a conclusão deste trabalho precisou-se calcular o custo da implementação de placas solares em residências unifamiliar, por meio de dimensionamento de placas, avaliando a viabilidade do retorno econômico do investimento.

Levando em consideração os estudos apurados no decorrer do processo de investigação constatou-se que é possível obter um retorno financeiro dependendo do investimento.

Com os estudos e as descobertas desse meio de consumo de energia através de placas solares em residência unifamiliar, de certa forma irá despertar nas pessoas o interesse de aquisição, tendo em vista que a população é de certa forma "explorada" pela concessionária no que se diz respeito ao consumo de energia fornecida pela mesma.

Por fim, vale ressaltar a importância de adquirir estes equipamentos (placas solares), para evitar situações como o consumo expressivo de energia faturada pela concessionária, e conforme os estudos alinhados pode- se perceber que é um trabalho de qualidade e seguro e por sua vez através dele terá um retorno financeiro a longo prazo.

Sugere-se que para a realização de estudos futuros, que todos tenham antes a isso um conhecimento prévio de leis que regulamentam para a partir daí começar a entender o processo de implementação em seguida fazer pesquisas de valores e colocar em pauta calculando todos o processo de gastos, tanto financeiro quanto de consumo de energia.

REFERÊNCIAS

[1] CASSIOLATO, J. E.; BRITTO, J. N. P.; VARGAS, M. A. Arranjos Cooperativos e Inovação na Indústria Brasileira. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2005.

[2] CARDOSO, André Rafael; BARRETO, Livia Petrechi e MACHADO, Tiago. Melhoria da eficiência energética em edificações residenciais utilizando automação residencial. Curitiba, 2013.

[3] KUPFER, D. (2004). Política Industrial. Econômica. Rio de Janeiro, v. 5, n.2, p. 91-108.

[4] MACEDO, Joel de Jesus. Análise de projeto e orçamento empresarial [livro eletrônico] /Joel de Jesus Macedo, Ely Celia Corbari. – Curitiba: InterSaberes, 2014. (Série Gestão Financeira).

[5] MAHDAVI, A. Reflections on Computational Building Models. Building and Environment, Oxford, v. 39, p. 913-925, 2004.

[6] KEMERICH, P. D. C., Flores, C. E. B., Borba, W. F., Silveira, R. B., França, J. R., Levandoski, N. (2016) "Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo", Artigo cientifico, in: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v.20, n. 1, jan-abr, p. 241-247.

[7] PÓVOA, Marcos Cortez Brito. Fatores de influencia na eficiencia energética. Rio de Janeiro. 2014..

[8] http://www.cub.org.br/projetos-padrao

[9] http://www.cresesb.cepel.br/. . Acesso em 09/05/2022

[10] https://www.google.com.br/maps. . Acesso em 09/05/2022

[11] http://www.eflul.com.br/consumidores/tabela-de-consumo. Acesso em 11/05/2022

Capítulo 5

Sistema de detecção de fumaça em projeto contra incêndio e pânico: Adequação de edificação existente de uso comercial

Pablo Jean Fonseca dos Santos
Fabíola Leal Martins

Resumo: Os sistemas contra incêndio e pânico das edificações têm suas particularidades para cada tipo de edificação e sua ocupação. Muitas vezes as empresas primeiramente constroem para depois elaborar um projeto, assim apresentando dificuldades para sua adequação, e para corrigir um erro adota-se um sistema contra incêndio e pânico muitas vezes não exigido. Para o objeto em questão a medida corretiva apresentada e objetivo principal será adequar a edificação existente de uso comercial com sistema de detecção de fumaça, identificando as divergências do projeto contra incêndio e pânico com a edificação através de visita, com levantamento de campo e registro das divergências, analisando as possíveis soluções e medidas corretivas de projeto para a elaboração de um novo projeto contra incêndio e pânico com sistema de detecção de fumaça. Com as ações tomadas com o projeto da edificação espera-se obter a aprovação do projeto no Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM), seguindo um planejamento de identificar os obstáculos e alterações no que tange projeto e edificação, ajustar as exigências para nova aprovação do projeto contra incêndio e pânico de forma que a advir a custo de implementação a melhor opção. As edificações existentes muitas vezes não possuem projeto contra incêndio e pânico aprovado e aquelas que possuem não executam conforme projeto e acabam gerando transtorno no processo de regularização no CBMAM, e muitos não se regularizam devido aos problemas e falta de solução.

Palavras-chave: Sistema contra incêndio e pânico. Projeto. Edificação Comercial

1. INTRODUÇÃO

A elaboração de um projeto contra incêndio e pânico consiste em uma análise da edificação futura, com base na área edificada, ocupação e altura da edificação, e com base nessas informações definem-se as proteções necessárias exigidas pelo Decreto 24.054 de 1° de março de 2004, no qual ainda divide as ocupações em subdivisões para melhor definição de cada. A maneira de executar e dimensionar em projeto os sistemas contra incêndio e pânico são definidos nas Instruções Técnicas de São Paulo de 2019, essas utilizadas como base pelo Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM) na Diretoria de Atividades Técnicas (DAT).

Os projetos contra incêndio e pânico são definidos em dois grupos, um grupo com área edificada até 750m^2 esse com sistema de proteção portátil que é o extintor, sinalização de emergência, saída de emergência e iluminação, e o segundo grupo com área superior a 750m^2 com sistemas mais complexos incluindo os sistema do primeiro grupo acrescendo hidrante, alarme, controle de material de acabamento e outros sistemas considerando a área, altura e ocupação, e quanto maior a área edificada e a altura sistemas mais complexos são adotados, um exemplos são os chuveiros automáticos e detecção que são exigidos em determinadas ocupações, cada ocupação segue sua particularidade e proteção definida no Decreto 24.054, diferindo algumas proteções conforme a ocupação.

O objetivo principal desse artigo será a adequação da edificação existente de uso comercial com sistema de detecção de fumaça, esse como medida corretiva da irregularidade da edificação com o projeto aprovado anteriormente que no percurso até a saída de emergência mais próxima ultrapassa o máximo permitido em 5m, conforme o Anexo B, Tabela 2 – Distâncias máximas da Instrução Técnica 11 de 2019 de São Paulo para ocupação Comercial, e o mesmo Anexo permite o uso de detecção de fumaça para aumentar o percurso até a saída de emergência.

A execução do projeto contra incêndio e pânico de uma edificação existente é muito importante, bem como a identificação das incoerências do projeto com a edificação. A relevância acadêmica para os profissionais da área, é saber onde buscar possíveis soluções para casos semelhantes referentes a projeto contra incêndio pânico muitas vezes indicado nas Instruções Técnicas, não observado pelo profissional por falta de conhecimento, atenção ou interpretação correta da Norma, no qual exige o dimensionamento dos sistemas e apresentam soluções nas suas entrelinhas, essa problemática dificultam uma correção do projeto em seu processo de regularização no CBMAM.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. SISTEMA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

A apresentação de um projeto contra incêndio e pânico no Amazonas é estabelecido pela 2.812 de 17 de julho de 2003, no qual institui que em todas a edificações e áreas de risco de diversas ocupações devem possuir projeto contra incêndio e pânico com exceção de casa unifamiliares, estes apresentados na Diretoria de Atividades Técnicas-DAT do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas-CBMAM para aprovação em análise e vistoria, e o CBMAM é responsável pelas vistorias e fiscalizações dessas edificações.

Os sistemas contra incêndio e pânico são definidos pelo Decreto 24.054 de 1° de março de 2004, para cada ocupação considerando a área construída e a altura exige-se os tipos de proteção necessária contra incêndio e pânico. O Decreto define os sistemas em dois grupos, o primeiro grupo para edificações com área edificada até 750m^2 os sistemas são os mesmo para todas as edificações que são: controle de material de acabamento, saída de emergência, iluminação de emergência, sinalização de emergência e extintores, e o segundo grupo para edificações com área edificada maior que 750m^2 no qual exigem os sistemas do primeiro grupo mais o sistema de segurança estrutural contra incêndio, brigada de incêndio, alarme de incêndio, hidrantes e mangotinhos, conforme varia a altura e ocupação, outros sistemas podem ser adotados, exemplo compartimentação horizontal e vertical, detecção de incêndio e chuveiros automáticos. Esses sistemas definidos em tabelas do Decreto 24.054 de cada ocupação.

2.2. INSTRUÇÕES TÉCNICAS

A Diretoria de Atividades Técnicas do CBMAM utiliza como base principal para análise de projetos, fiscalização e vistoria a Lei 2.812 de 17 de julho de 2003 que institui as exigências dos sistemas contra incêndio e pânico e a responsabilidade do Corpo de Bombeiros do Amazonas da fiscalização, o Decreto 24.054 de 1° de 2004 que definem as ocupações e subdivisões das ocupações, e define os tipos de sistemas contra incêndio e pânico obrigatório para cada tipo de edificação e Instruções Técnicas de São Paulo de 2019, essas definem a maneira deve ser dimensionado cada sistema contra incêndio e pânico em projeto e a forma de execução.

As Instruções Técnicas são um total de 44, essas utilizadas pelo CBMAM, e cada uma refere-se a um tipo de sistema e medidas contra incêndio e pânico, nas Instruções Técnicas constam as exigências de cada sistema quanto ao dimensionamento, e o não cumprimento gera irregularidades em projeto ou execução da edificação, nas Instruções Técnicas são encontradas medidas corretivas que a mesma propõe em suas entrelinhas, encontradas em anexos, tabelas e notas genéricas das mesmas muitas vezes não observadas pelo profissional.

2.3. SISTEMA DE DETECÇÃO DE FUMAÇA

O Sistema de Detecção de Fumaça é dos sistemas contra incêndio e pânico muitas vezes exigidos em depósitos com área superior a 750m^2, e em alguns casos utilizados como medida corretiva. O sistema de Detecção de Fumaça é um sistema que utiliza pontos que vão detectar fumaça do incêndio, quando exigido, adotado por opção ou como medida corretiva tem a interligação com o sistema de alarme de incêndio, ambos são ligados a mesma central de alarme e quando acionado.

A base do sistema de Detecção de Fumaça é a Instrução Técnica 19 de 2011-São Paulo e a NBR 17240 de 2010-Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos, nessas Normas são definidas o dimensionamento dos pontos de detecção em projeto, detalhes e a forma de execução.

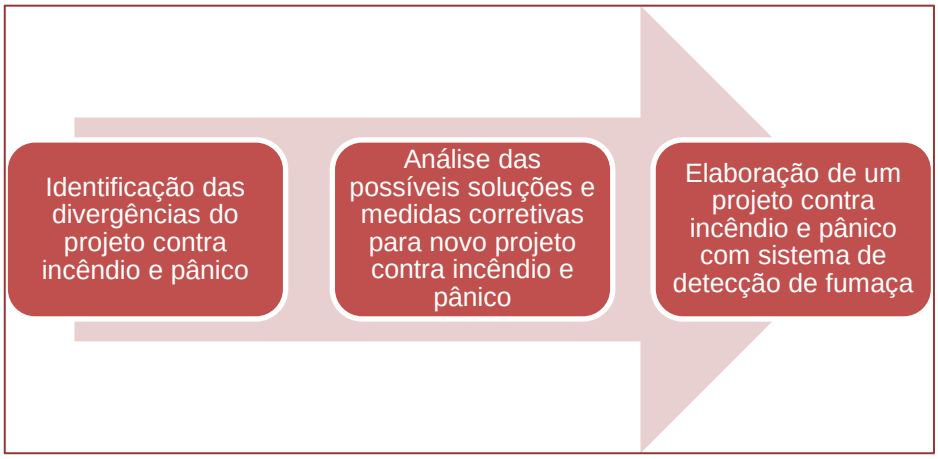
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A edificação de uso comercial que possuíra um projeto contra incêndio e pânico aprovado na Diretoria de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas e foi reprovada anteriormente em vistoria, e foi devidamente autorizado pelo representante Legal como objeto de estudo acadêmico. Para propor uma solução será realizado o conhecimento do projeto contra incêndio e pânico da edificação, e será necessário o agendamento de uma visita para o levantamento de campo para identificar das divergências do projeto como a edificação.

Será feito a identificação das irregularidades, se realizará uma análise das possíveis soluções e medidas corretivas para futura regularização do projeto contra incêndio e pânico, essa análise será feita mediante melhor opção economicamente.

A solução será apresentada para a elaboração de um novo projeto contra incêndio e pânico, seguindo as normas e legislação vigente e será apresentado na Diretoria de Atividades Técnicas para a aprovação, adotar-se-á um procedimento conforme figura 1:

Figura 1- Fluxograma das etapas do estudo de caso de uma edificação de uso comercial já construída



Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo e pesquisa se trata de uma edificação de uso comercial localizada na Avenida Autaz Mirim, n° 8031, bairro Novo Aleixo com projeto aprovado inicialmente no CBMAM com área edificada de 1.251,82 m^2, possuindo um dimensionamento de 12x45m, possuindo térreo e 1° pavimento com 540 m^2, e um mezanino com 171,82m^2, com 1° pavimento possuindo duas escadas de acesso. Para melhor entendimento sobre o projeto contra incêndio e pânico dessa edificação tem-se como base o Decreto 24.054 de 1° de março de 2004 que define os sistemas a serem adotados para cada edificação, com base na sua área edificada e a altura da edificação, considerando a área construída de 1.251,82 m^2 e o tipo de altura definida como tipo II definida pela Tabela 2 – Classificação das edificações quanto à altura.

Figura 2- Classificação das edificações quanto à altura

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	H ≤ 6,00 m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	6,00 m < H ≤ 12,00 m
IV	Edificação de Média Altura	12,00 m < H ≤ 21,00 m
V	Edificação Mediamente Alta	21,00 m < H ≤ 30,00 m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Fonte: Decreto 24.054 de 1° de março de 2004

Por possuir um pavimento superior teremos a Tabela 4C – Edificações do Grupo C com área superior a 750 m² ou altura superior a 12,00m do Decreto 24.054 como parâmetro para definição de proteção necessária, que define as seguintes medidas de segurança contra incêndio: segurança estrutural contra incêndio, controle de material de acabamento, saída de emergência, brigada de incêndio, iluminação de emergência, alarme de incêndio, sinalização de emergência, extintores e hidrantes esses itens obrigatório em projeto contra incêndio e pânico para a edificação em questão.

Figura 3- Tabela 4C -Edificações do Grupo C com área superior a 750m² ou altura superior a 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO C – COMERCIAL					
Divisão	C-1, C-2 e C-3					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 21	21 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Horizontal	X[1]	X[1]	X[1]	X[2]	X[2]	X[3]
Compartimentação Vertical				X[3]	X[3]	X
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X
Plano de Intervenção de Incêndio	X[6]	X[6]	X[6]	X[6]	X	X
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X

Fonte: Decreto 24.054 de 1° de março de 2004

Figura 3- Tabela 4C -Edificações do Grupo C com área superior a 750m² ou altura superior a 12,00 m (continuação)

Grupo de ocupação e uso	GRUPO C – COMERCIAL					
Divisão	C-1, C-2 e C-3					
Medidas de Segurança contra Incêndio	**Classificação quanto à altura (em metros)**					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 21	21 < H ≤ 30	Acima de 30
Detecção de Incêndio	X[5]	X[5]	X[5]	X[5]	X[5]	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos					X	X

NOTAS ESPECÍFICAS:
1 – Pode ser substituído por sistema de chuveiros automáticos;
2 – Pode ser substituído por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos;
3 – Pode ser substituído por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos; exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações;
4 – Somente para edificações acima de 60m;
5 – Somente para as áreas de depósitos superiores a 750m²;
6 – Somente para edificações de divisão C-3 (Shopping centers); e
7 – Recomendado para as vias de acesso e faixa de estacionamento. Exigido para o portão de acesso ao condomínio mercial.

Fonte: Decreto 24.054 de 1° de março de 2004

O projeto aprovado anteriormente definiu-se pela Tabela 4C do Decreto 24.054 de 1° de março de 2004, no qual define-se os sistemas de proteção necessária contra incêndio e pânico para a edificação em questão.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS DIVERGÊNCIAS DO PROJETO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO COM A EDIFICAÇÃO

A edificação que possui um projeto contra incêndio e pânico aprovado pelo CBMAM, solicitou anteriormente a vistoria do CBMAM no qual foi reprovado. Diante dessa informação obtida, será necessário tomar conhecimento do projeto contra incêndio e pânico para melhor explanação dos sistemas instalados, e quando em posse do projeto agendar-se-á uma visita e levantamento de campo na empresa para o acompanhamento na área da edificação, sempre se baseando no projeto e será listado as inconformidades da edificação com as pranchas de incêndio.

3.3. ANALISANDO AS POSSÍVEIS SOLUÇÕES E MEDIDAS CORRETIVAS PARA NOVO PROJETO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO.

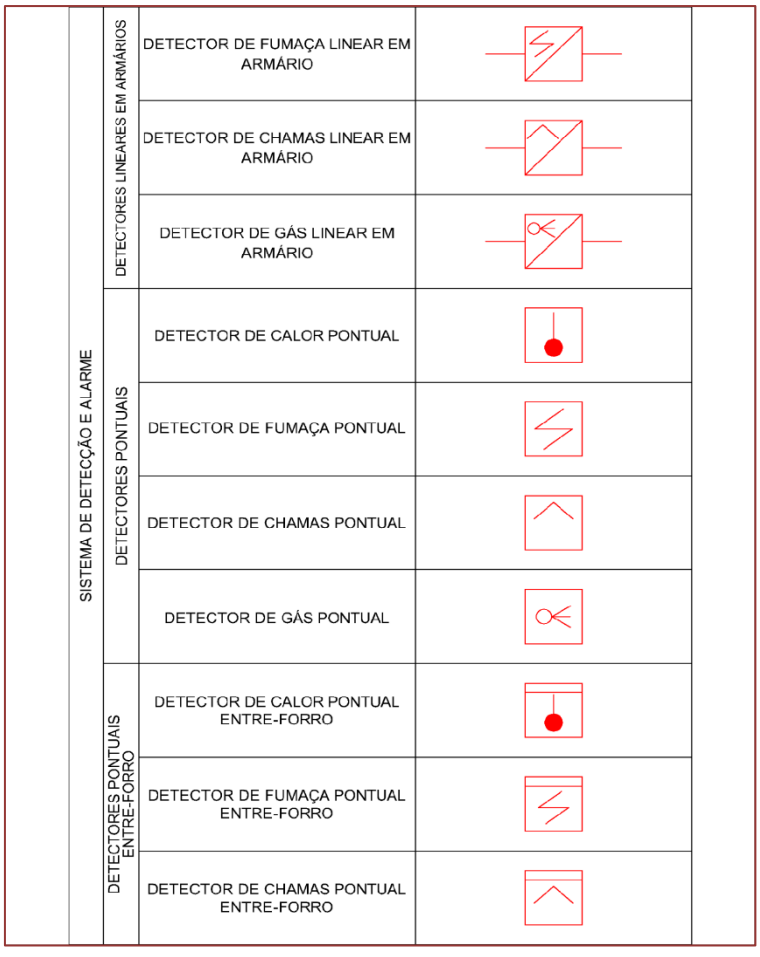
Após o levantamento de campo e identificação do erro, será analisado as possíveis soluções, que a princípio seria a execução da edificação conforme projeto, ou optando pela melhor ação corretiva a custo benefício para empresa, com base em estudos do Decreto

24.054 e das Instruções Técnicas, serão apresentadas as medidas que possam suprir as necessidades da edificação, sendo realizado os ajustes às novas exigências para futura aprovação do projeto contra incêndio e pânico, uma vez que a empresa necessitar da regularização no CBMAM.

3.4. ELABORAÇÃO DE UM NOVO PROJETO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO COM SISTEMA DE DETECÇÃO DE FUMAÇA.

A elaboração de um novo projeto contra incêndio e pânico será necessária, pois o projeto deverá se adequar a edificação existente, isso ocorre quando uma edificação nunca teve projeto e já está construída ou quando a execução da mesma não obedeceu ao projeto, esse segundo caso é a realidade da edificação em questão, a edificação não seguiu o projeto inicialmente aprovado, e agora terá como medida corretiva a adoção de um sistema que inicialmente não seria obrigatório, se trata do sistema de detecção de fumaça como medida corretiva. Com a adoção do detector de fumaça o percurso máximo passa a ser de 45m com uma única saída de emergência. Para inclusão do sistema de Detecção de fumaça em planta baixa a base quanto a simbologia será a Instrução Técnica 04- Símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio de 2019 de São Paulo.

Figura 4. Continuação do Anexo da Instrução Técnica 04



Fonte: Instrução Técnica 04 de São Paulo 2019

O Anexo da Instrução Técnica 04 especifica as simbologias de todos os sistemas contra incêndio e pânico, e para melhor entendimento do Sistema de Detecção de Fumaça utilizado será o Detector de fumaça pontual.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS DIVERGÊNCIAS DO PROJETO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

A edificação de uso comercial que possui um projeto contra incêndio e pânico aprovado anteriormente na Diretoria de Atividades Técnicas-DAT, e para identificar as irregularidades do projeto contra incêndio e pânico da edificação foi realizado um levantamento de campo, realizou-se uma vistoria completa comparando o projeto com a edificação, seguindo ponto a ponto todas as exigências em projeto.

Após ser realizado todo o levantamento, foi apontado uma irregularidade que não foi executado na edificação, a ausência de uma saída de emergência na lateral da edificação, o que no projeto apontam duas as saídas, na prática apenas uma foi executada, para melhor entendimento observa-se na figura 5.

Figura 5. Planta baixa contra incêndio e pânico do térreo da edificação

Fonte: Autoria própria (2022)

As saídas apontadas em projeto, são da entrada principal e na lateral da edificação, entretanto não foi executada a saída da lateral conforme apontado pela seta vermelha, assim ficando irregular perante o Corpo de Bombeiros do Amazonas.

4.2. ANÁLISE DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES E MEDIDAS CORRETIVAS PARA NOVO PROJETO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

A edificação possui medidas de 12x45m, com 540m² no térreo e primeiro pavimento e um mezanino de 171,82m², com ocupação de uso comercial como definido no Decreto 24.054 de 1° de março de 2004, com sua subdivisão C-2 e após o levantamento, foi realizada uma análise das possíveis medidas corretivas, inicialmente foi executar a

porta de saída de emergência conforme o projeto aprovado anteriormente, mas teve-se um problema no local por não possuir espaço, pois o proprietário construiu em todo o perímetro do terreno, isso acontece durante a execução da edificação que surgem ideias e vão alterando a edificação sem atualizar o projeto e outras vezes executam sem consultar o projeto aprovado.

Considerando a problemática da saída de emergência no qual a rota de fuga exige um percurso máximo até a saída de emergência, com base na área construída o percurso do ponto mais distante até a saída mais próxima é de 45m desta edificação e com base na IT-11 Saída de Emergência de 2019-São Paulo, com saída única e sem detecção de fumaça o espaço a ser percorrido na edificação é de 40m conforme Anexo B - Tabela 2 – Distâncias máximas a serem percorridas até a saída de emergência, entretanto na tabela 2 do Anexo B fala que ao adotar o sistema de detecção de fumaça o limite máximo a ser percorrido de 40m aumenta para 45m com saída única, e assim atende as exigências da Norma e a realidade da edificação, desta forma com a adoção desse sistema foi sanado a pendência, partindo dessas definições a correção e apresentado um novo projeto, para melhor entendimento observa-se um trecho do anexo B da IT-11/19.

Figura 6. Anexo B-Tabela 2 – Distâncias máximas a serem percorrida

Grupo/ Divisão de Ocupação	Andar	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saída única		Mais de uma saída		Saída única		Mais de uma saída	
		Sem detecção automática de incêndio ***(referência)***	**Com** detecção automáticade incêndio	**Sem** detecção automática de incêndio ***(referência)***	**Com** detecção automáticade incêndio	**Sem** detecção automáticade incêndio ***(referência)***	**Com** detecção automáticade incêndio	**Sem** detecção automática de incêndio ***(referência)***	**Com** detecção automáticade incêndio
A e B	De saída da edificação (piso de descarga)	45 m	55 m	55 m	65 m	60 m	70 m	80 m	95 m
	Demais andares	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, K, L e M	De saída da edificação (piso de descarga)	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
	Demais andares	30 m	35 m	40 m	45 m	45 m	55 m	65 m	75 m

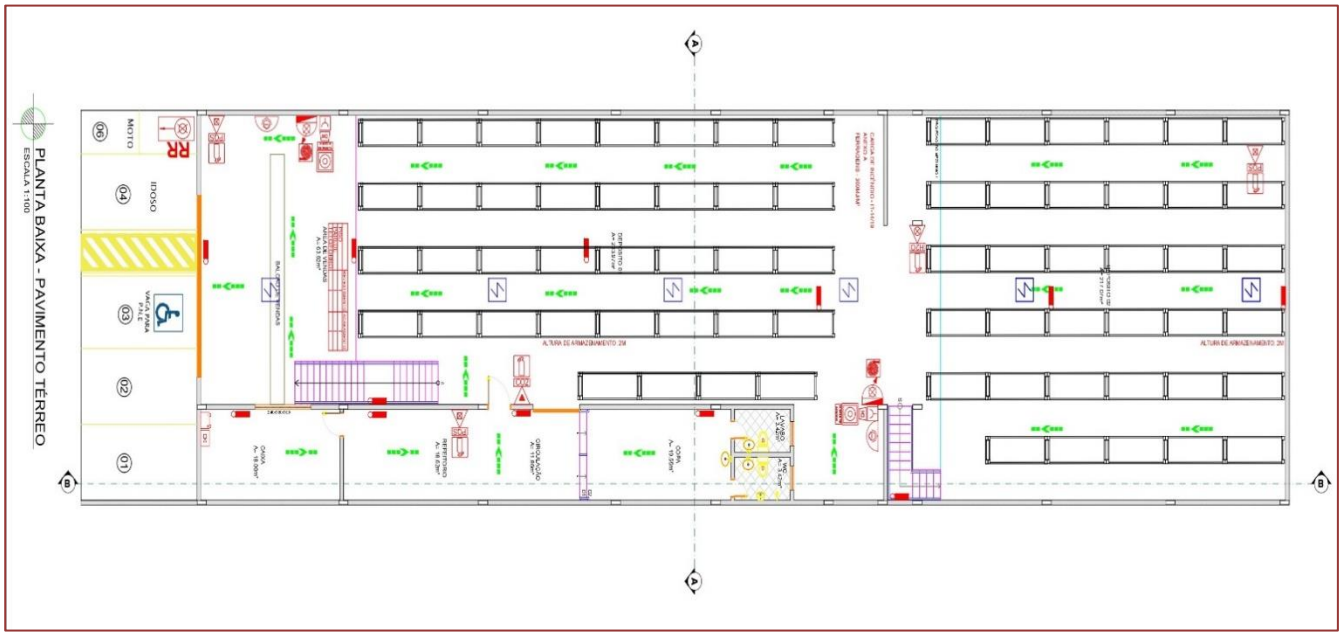
Fonte: Anexo B da Instrução Técnica 11 de 2019-São Paulo (2022)

No Anexo B, Tabela observa-se que a divisão C está na segunda linha após o cabeçalho da Tabela, está subdividida em duas linhas que indicar saídas em piso de descarga ou seja o térreo e demais andares, o objeto de análise se trata do térreo, ficando a observação na primeira linha da subdivisão, que está dividido em colunas que indicam saída única e mais de uma saída, com ou sem detecção no qual muda o limite máximo a ser percorrido até a saída de emergência.

4.3. ELABORAÇÃO DE UM PROJETO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO COM SISTEMA DE DETECÇÃO DE FUMAÇA

A elaboração de um novo projeto contra incêndio e pânico foi realizada, o projeto foi adequado a edificação existente, com base na Tabela 4C – Edificações do Grupo C com área superior a 750 m2 ou altura superior a 12,00 que não obriga o sistema de detecção de fumaça, mas como medida corretiva foi adotado a Detecção de Fumaça. Com a adoção do detector de fumaça o percurso máximo passa a ser de 45m com uma única saída de emergência.

Figura 7. Planta baixa contra incêndio e pânico do térreo da edificação atualizada



Fonte: Autoria própria (2022)

Os pontos azuis no corredor central da edificação representam pontos de detecção de fumaça conforme exigência da Instrução Técnica 04, e dimensionado conforme exigido a NBR 17240 de 2010-Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos, o projeto foi elaborado e apresentado na Diretoria de Atividades Técnicas-DAT para sua aprovação.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura de primeiro construir para depois elaborar projeto é grande, ou até mesmo possuir um projeto aprovado, mas executar de outra maneira acabam gerando transtorno no ato de elaborar um projeto ou corrigi-los adequando-os conforme as Normas e Legislações vigentes. Exemplo foi este artigo no qual teve como objetivo geral foi adequação da edificação existente de uso comercial com sistema de detecção de fumaça, e se teve êxito no objetivo ao final de todo o processo.

Após criado um planejamento foi possível cumprir e alcançar os objetivos específicos que ficaram divididos em 1. Identificar as divergências do projeto contra

incêndio e pânico com a edificação através de visita, 2. Analisar as possíveis soluções e medidas corretivas de projeto, 3. Elaborar um novo projeto contra incêndio e pânico com sistema de detecção de fumaça.

A elaboração de um projeto contra incêndio pânico consiste em um planejamento de uma futura edificação, no qual após sua aprovação deverá ser executada seguindo as exigências do projeto. Observar e acompanhar sua execução é muito importante para não acarretar em futuros problemas no processo de regularização no Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas, e qualquer alteração deverá atualizar o projeto o mais breve possível para não se alastrar o problema.

Este artigo tem como relevância acadêmica observar a análise e interpretação das Instruções Técnicas e Normas, abordar que as exigências feitas pelas Normas e as opções de medidas corretivas que as mesmas apresentam em suas notas genéricas e observações, soluções que apresentam para cada situação, saber identificar esses pontos ajudam muito no estudo de um projeto contra incêndio e pânico quanto suas correções e adequações.

REFERÊNCIAS

[1] Lei 2.812 de 17 de 2003

[2] Decereto 24.054 de 1° de março de 2004

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2000). NBR 17240 Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos.

[4] Instrução Técnica n° 04, Símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio, São Paulo de 2019

[5] Instrução Técnica n° 11, Saídas de Emergência, São Paulo de 2019.

[6] Instrução Técnica n° 19, Sistema de detecção e alarme de incêndio, São Paulo de 2019.

Capítulo 6

Análise multicritério na tomada de decisão da obra de duplicação da rodovia AM-10

Ramon Cardoso Almeida[1]
Ana Maria Bezerra de Souza[2]

Resumo: O método de Análise de multicriterios é usado como apoio a tomada de decisão por engenheiros civis como gestores. Um exemplo de aplicação é da metodologia de AHP (Análise do Processo Hierarquico) de T. L. Saaty seria na tomada de decisão de obras de infraestrutura. Para contribuir este artigo tem como objetivo geral demonstrar a aplicabilidade do método de multicriterios, por meio estudo de caso da duplicação da rodovia AM-010. Para isso foi necessário estar identificando critérios e subcriterios, por meio da ferramenta AHP de Saaty, definiu-se os pesos dos critérios e subcriterios em relação aos aspectos econômicos, sociais, ambientais, técnicos, logísticos e operacionais e por fim avaliando a consistência da tomada de decisão do gestor, por meio de análise estatística da matriz de critérios. Com isso esperou-se estabelecer uma hierarquizacao dos critérios, justificar a tomada de decisão da duplicação da rodovia AM-010 e avaliou-se os benefícios na gestão do projeto. Dessa forma, é possível justificar a tomada de decisão, de modo que a escolha da intervenção de duplicação da rodovia alcance os critérios estabelecidos.

Palavras-chave: Multicritério. AHP. Decisão. Engenheiro. Duplicação.

[1] Discente de Engenharia Civil 10° Período, FAMETRO
[2] Bacharel em Engenharia Civil, UFAM

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados da Confederação Nacional de Transporte (CNT), em 2021 o estado do Amazonas contava com 4,9% do total de sua malha rodoviária considerada, em aspecto geral, boa. Este baixo número, relacionado ao bom estado de rodovias no estado do Amazonas, versus a atividade agrícola e industrial da região faz-se necessário obras de infra-estrutura que viabilize o escoamento destas atividades econômicas. Sendo assim, levando em considerações impactos ambientais e necessidade de incremento na malha rodoviária urge um posicionamento estratégico na escolha dos locais de uma obra como a duplicação de uma rodovia.

Dessa forma, a análise de multicritério, utilizando-se da análise hierárquica (AHP) de Thomas L. Saaty, visou auxilar a tomada de decisão gerencial na abordagem da implementação de uma obra como a duplicação da rodovia AM-010, onde muitos aspectos precisam ser analisados para obter clareza na justificativa recursos públicos empregados pra realizar uma obra com impactos ambientais, sociais e econômicos pro Estado do Amazonas.

Sendo assim o objetivo geral desse artigo tratou em demonstrar a aplicabilidade do método de multicriterios, por meio de estudo de caso, avaliando os benefícios na gestão de projetos (Baraças, 2006).

Ademais, o Engenheiro Civil pode deparar-se com situações não apenas de execução de obras ou elaboração de projetos, mas de tomada de decisão gerencial em muitos casos de obras complexas que afetam diretamente uma comunidade, municípios e regiões intereiras sob aspectos culturais, econômicos, ambientais, entre outros, e pra casos como esses é importante ter a decisão amparada por critérios de escolhas assertivos que torne a atividade do Engenheiro Civil relevante pra sociedade.

Desse modo, este trabalho tem como relevância demonstrar a ferramenta de análise de multicritério na tomada de decisão gerencial na comunidade da construção civil, onde é possível, com este método detalhar o teor dos critérios e os pesos escolhidos pelo tomador de decisão.

Portanto este artigo teve como tópicos da fundamentação teórica a Análise de Multicritério como um todo, aplicando a metodologia AHP de Saaty, em função da sua flexibilidade, na tomadade decisão da intervenção de duplicação da rodovia AM-010.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Análise de Multicritério (MCA ou MCDA – *Multicriteria Decision Analysis*) teve ênfase no século XX, pricipalmente no pós-guerra, aonde as tomadas de decisão precisaram incorporar e levar em consideração os novos conceitos de Economia e bem-estar social surgidos nessa época (Costa, 2003).

Segundo (1991), a dificuldade da nossa sociedade requer um prática decente de aproximação que nos permita calcular de forma justa as vantagens e desvantagens entre dinheiro, felicidade, saúde, variedade ambiental e entidades similares. Tal procedimento deveria outorgar a reciprocidade entre o escolha e o prodígio conversável quão se aplica. A matemática entra na Análise de forma dinâmica auxiliando de forma pragmática a verificação racional dos critérios selecionados.

Para Munier, *et al* (2019) o enredo da 2° Guerra Mundial talvez tenha seja um divisor de águas para abordagem científica da tomada de. Naquela época, o governo russo queria vencer a guerra dos os alemães que invadiram o território. A forma que a Rússia encontrou pra priorizar seus recursos naturais pra aquele contexto histórico de curto espaço de tempo para tomada de decisões assertivas fez com que o governo russo selecionasse a melhor combinação de recursos e ferramentas a serem desenvolvidas para maximizar o esforço de guerra do versátil através do engenheiro, matemático e economista russo Leonito Cantrovic. Seu trabalho levou à programação linear (PL). Após a guerra, ele e o economista holandês-americano Tjalling Koopmans receberam o Prêmio Nobel de Economia de 1975 pela "Teoria da Alocação Ótima de Recursos Raros". Seus livros incluem métodos matemáticos para organização e produção (1939), contribuições para a teoria da alocação ideal de recursos (1959) e soluções ideais em economia (1972).

Esse sistema funcionou bem e provavelmente contribuiu para o avanço russo e a vitória sobre os alemães, mas era muito complexo e demorado na era pré-informática. Ambos os cientistas abriram caminho para o surgimento da tomada de decisão com múltiplos critérios (MCDM – *Multicriteria Decision Maker*), onde um conjunto de opções depende do cumprimento de um conjunto de critérios. Quanto melhor a alternativa atender aos requisitos dos critérios, mais adequada ela se torna. Por esta razão, MCDM pode ser definido como o processo de escolha de uma das várias políticas, alternativas ou opções comportamentais diferentes que devem atender a muitos critérios conflitantes e até conflitantes ao mesmo tempo (Zouponidis, *et al,* 2010).

Acompanhando o desenvolvimento das técnicas para a Análise dos critérios pertinentes a uma situação de complexa, várias metodologias foram desenvolvidas ao longo do Século XX e para fins diferentes, podemos citar como por exemplo PROMETHEE, TOPSIS e AHP. Muitos pesquisadores não apontam a técnica ideal a ser usada por conta das diferentes situações de tomada de decisão e objetivos dos métodos selecionados, o que precisa ser observado é o quão aproximado da realidade o método vai estar pro problema selecionado (Zarghami, *et al*, 2011).

A avaliação da tomada de decisão do estudo de caso desse artigo foi através do Método Analítico Hierárquico (AHP - *Analytic Hierarchy Process),* de T.L.Saaty. Onde Este método avalia um problema utilizando uma árvore hierárquica de critérios e subcritérios, definindo o objetivo e a melhor alternativa a ser ser escolhida para a situação de tomada de decisão. A partir dos níveis de hierarquização, pode-se visualisar o sistema em sua totalidade identificando os critérios escolhidos através dos pesos alocados até a solução encontrada pela modelagem do problema (Saaty, 2001).

Portanto, podemos entender a problemática da Análise Multicritério e sua relevância como ferramenta na tomada de decisão. Grandes pensadores desenvolveram o método desde o Pós-Guerra do Século XX, trazendo grande inovações e diversos mecanismos de análise.

2.2. AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)

Para o estudo de caso da Duplicação da Rodovia AM-010, foi feito a análise de multicritério através da metodologia AHP (Analytic Hierarchy Process), tendo como idéa central deste segundo tópico a teoria da técnica AHP de Saaty.

Para Saaty e Vargas (2013), a abordagem holística na qual todos os fatores e critérios envolvidos são apresentados com antecedência em uma hierarquia ou em um

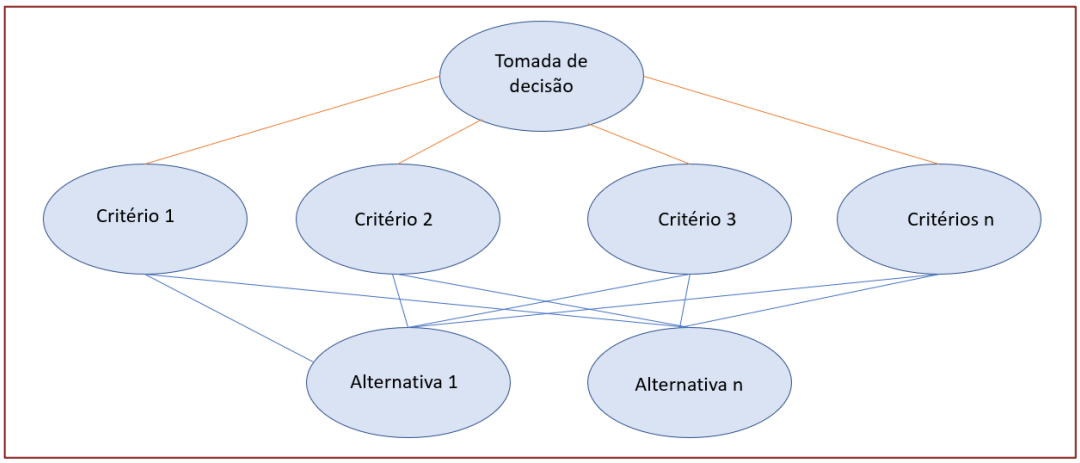
sistema de rede que permita dependências, onde todos os resultados possíveis que podem ser pensados são unidos nessas estruturas e, em seguida, tanto o julgamento quanto a lógica são usados para estimar a influência relativa da qual a resposta geral é derivada.

Segundo Gomes (2002), este método foi baseado em três princípios do pensamento analítico, o primeiro sendo a construção de hierarquias, onde na AHP o problema é estruturado em níveis hierárquicos, como forma de buscar uma melhor compreensão e avaliação do mesmo. Esta é uma etapa fundamental do processo de raciocínio humano, sendo que nesta atividade identificam-se os elementos chave para a tomada de decisão, agrupando-os em conjuntos afins, os quais são alocados em camadas específicas. O segundo princípio sendo o de definição de prioridades, onde o ajuste das prioridades no AHP fundamenta-se na habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares à luz de um determinado foco ou critério (julgamentos paritários).

E por fim o último critério, o da consistência lógica, que na AHP, é possível avaliar o modelo de priorização construído quanto a sua consistência.

Na metodologia AHP o julgamento se dá não só pelas escolhas dos critérios, mas tambem pelas alternativas à solução a ser encontrada e dessa forma calcular as pontuações finais e parciais para cada alternativa. Então, pôde-se assim visualizar a construção de hierarquias pelo figura 1 abaixo.

Figura 1. Fluxograma da Estrutura de decisão hierárquica em três níveis.



Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

Para Bianco (2016) há na literatura vários autores que definem como priorizar esses critérios designando-lhes. Definindo-se os pesos respectivos de cada critério obtêm-se pontuações parciais e finais para cada opção de escolha. Logo, a partir das pontuações é possível priorizar quais alternativas são mais importantes do que outras, estabelecendo assim um ranking.

Thomas L. Saaty em seu *livro How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process* (1990), introduziu a técnica AHP, bem como a tabela de pesos para os critérios escolhidos, de acordo com a tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Escala Fundametal de Saaty

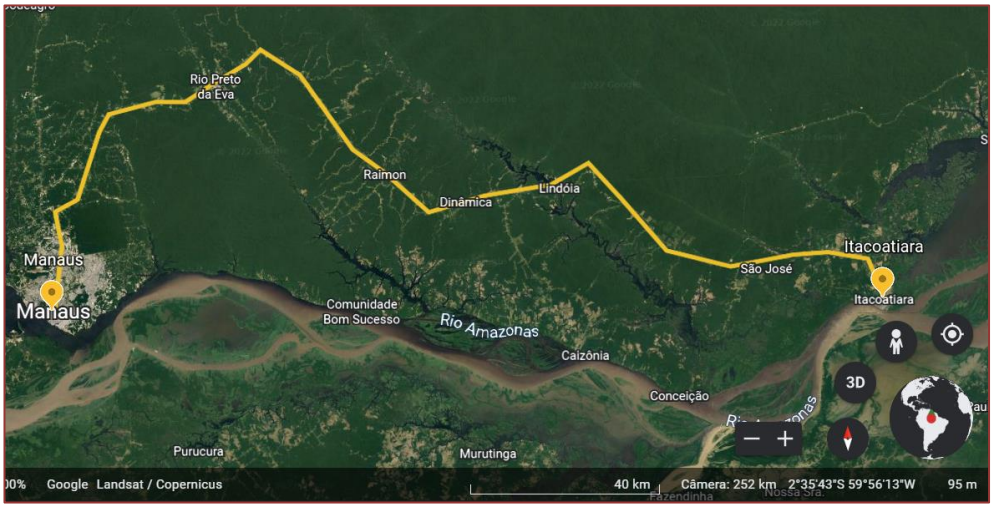
INTENSIDADE DE IMPORTANCIA	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Fraca importância	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra
5	Forte Importância	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	Muito forte importância	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procuca uma condição de compromisso entre duas definições
Recípocros dos valores	Se a atividade "i" recebe uma das designações diferentes de zero, quando comparada com a atividade "j", então "j" tem o valor recípocro quando comparada com "i".	Uma designação rezoável

Fonte: Adaptado de Saaty (2001)

2.3. DUPLICAÇÃO DA RODOVIA AM-010

A rodovia AM-10 é uma das 34 rodovias estaduais que o estado do Amazonas possui. Com 250 Km de extensão, esta importante estrada conecta Manaus ao Município de Itacoariara e ao porto fluvial local que é responsável por uma grande quantidade de transporte de cargas, sendo o maior porto fluvial do interior do Amazonas, com capacidade para atracação de navios e balsas de até 35 mil toneladas, conta com terminal de passageiros, pátio de carga para 5 mil contêineres, estacionamento e complexo frigorífico (SPN – Sistema Portuário Nacional, 2020). De acordo com a, a Figura 2 abaixo a georeferenciação da rodovia em questão.

Figura 2. Rodovia AM-010 Georeferenciada



(Fonte: Google Earth, 2022)

Por conta deste panorama, a duplicação da rodovia AM-010 é muito cobrada para que seja parte fundamental desse complexo sistema de transporte da região Norte, porém uma obra desta magnitude levanta diversas outras questões se de fato é viável duplicar a rodovia.

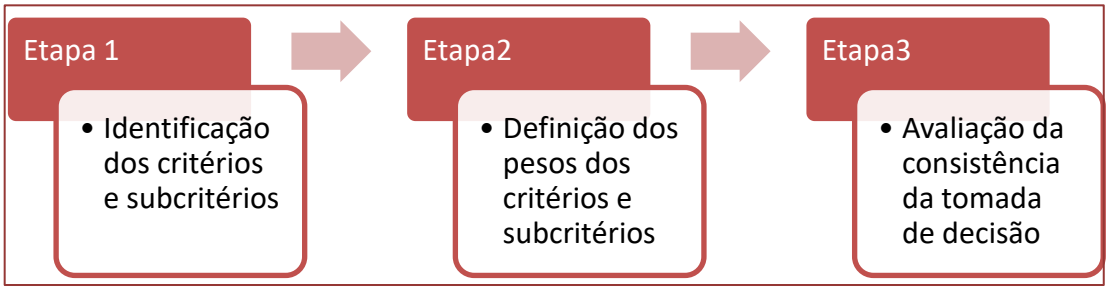
Sendo assim, pôde-se utilizar da análise de multicritério, verificando a viabilidade da intervenção quanto ao impactos sociais e ambientais, custos, econômicos, etc, como apoio à tomada de decisão de forma operacionalizada e estatística.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A abordagem desse artigo deu-se dá de forma mista, onde, de forma quantitativa e qualitativa onde foi mostrado o processo do Método Analítico Hierárquico, e foi dividido o problema em questão, da duplicação da rodovia AM-10, em grupos e subgrupos onde foi mostrado a tomada de decisão gerencial por meio da análise AHP.

Para alcançar o objetivo geral de demonstrar a aplicabilidade do método de multicriterios, por meio de estudo de caso foram necessárias as seguintes etapas representadas na Figura 3 abaixo, sendo estes:

Figura 3. Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS

Para o cáculo da decisão foi necessário seguir etapas de cáculos matriciais, conforme os pesos da Escala fundamental de Saaty (1991), é calculada as matrizes de preferência por cada critério.

Sendo assim para a identificação dos critérios seguiu a avaliação do tomador de decisão, onde foi destacado o problema e as alternativas foram levadas em consideração na avaliação da decisão, estruturadas na Árvore de Critérios definidas na figura 1, adaptada de Saaty (1991).

3.2. DEFINIÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS

Da definição dos pesos dos critérios, para critério escolhido, fez-se a construção das matrizes de preferência, comparando os mesmos par a par de acordo com a escala fundamental de Saaty (1991), da Tabela 1, onde que uma vez construída a matriz de preferência o próximo passo foi normalizar as matrizes, dividindo elemento pela soma da

sua coluna. Dessa forma, feito a normalização das matrizes, construiu-se a matriz de preferência com as médias. Após a consolidação da matriz de preferência, construimos a matriz de comparação de critérios, comparando os mesmo par a par de acordo com a escala fundamental de Saaty (1991) que foi apresentada na tabela 1. Uma vez que foi calculado a matriz de preferências e as médias da matriz de comparação de critérios normalizada, obteve-se o resultado final da tomada de decisão atrvés da multiplicação dessas duas matrizes.

3.3. AVALIAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DA TOMADA DE DECISÃO

Dessa forma, para a avaliação da consistência da tomada de decisão, fez-se o cálculo do Índice de Consistência, para posterior cálculo da Razão de Consistência, por ser uma matriz superior a 3x3. Para isso a totalizou-se as entradas, calculada pela Matriz de comparação dos critérios multiplicada pela Média da matriz de comparação de critérios normalizada (Vargas, 2012). Uma etapa importante da avaliação de consistência é o cálculo do λ Máximo definido pela equação 1 abaixo:

$$\lambda máx = \frac{1}{n}\sum_{i=n}^{n}\frac{(Aw)}{w} \qquad (1)$$

Obtido o λ Máximo podemos calculou-se o Índice de Consistência (IC) da escolha da alternatina, sendo "n" igual a quantidade de critérios, calcula-se "IC" pela equação 2:

$$IC = \frac{(\lambda\, máx - n)}{(n-1)} \qquad (2)$$

Sendo assim, segundo Saaty (2012), após ter sido calculado o Índice de Consistência (IC), devemos calcular a razão de consistência, ou seja, a razão entre IC e o Índice Aleatório (obtido em tabela), sendo o resultado satisfatório da razão < 0,1. Podemos verificar o Índice de Coerência Aleatória na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Índices Aleatórios.

Dimensão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coerência aleatória	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Adaptado de Saaty (2013)

E a Razão de Consistência foi definida pela equação 3 abaixo (Saaty, 1991):

$$RC = \frac{IC}{CA} \qquad (3)$$

Onde IC é o Índice de Consistência e CA é a Coerência Aleatória obitida na Tabela 2, de acordo com o número de elementos da matriz, em função da quantidade de critérios escolhidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS

A definição dos critérios diante das alternativas tem um caráter parcial onde prevaleceu a escolha do tomador de decisão, dessa forma, os critéios apresentados, juntamente com os pesos distribuídos não possuem uma face absoluta, mas sim exemplificando a forma como é calculado o resultado da escolha em função dos pesos e critérios (March, 2009).

Seguindo o roteiro da técnica AHP, as alternativas que melhor se encaixam para a modernização desse importante complexo viário do Estado, foram:

- Duplicação da Rodovia;
- Reforma do pavimento da Rodovia.

Analisando as informações em relação à obra acima, foi verificado que para a tomada de decisão são necessárias avaliações acerca de cinco critérios, aos quais vão ser atribuídos pesos de acordo com os graus de importância:

- Impacto Ambiental: Atualmente, onde a sustentabilidade tem sido foco de discussões na questão ambiental, os impactos que a obra vai gerar são avaliados de forma criteriosa pelos órgãos competentes;
- Econômico: Para o estado a modernização da rodovia trara benefícios pricipalmente no escoamento da produção industrial, realizada pelo polo Industrial de Manaus e cadeias agrícolas que utilizam também o transporte multimodal. Sem contar com o desenvolvimento Econômico dos Munípios que fazem parte da integração da AM-010, pois com a modernização da AM-010 o fluxo tende a ser estimulado na rodovia gerando oportunidades para os Municípios que estão localizados ao longo do trecho, principalmente no setor de serviços e bens de consumo direto ao usuário da rodovia;
- Custo: Para obras públicas, verificou-se que o custo de obra é um item extremamente importante e decisivo, já que o orçamento não pode ultrapassar o valor do recurso disponibilizado e com um retorno significativo pra sociedade;
- Segurança: Tendo em vista a sinuosidade da rodovia, quantidade de carga e porte dos veículos que trafegam, este item precisa ser levado em consideração aos usuário do sitema;
- Social: A obra de intervenção viária apresenta impacto na vida e o no dia-a-dia dos usuários trazendo mais conforto (seguindo as regras de coforto em Estradas de Rodagem) no ir e vir.

Definido os critérios e justificativas e seguindo o modelamento do cálculo da AHP para a duplicação da Rodovia, temos então o problema defido como:

- Modernização da Rodovia AM-010

E as alternativas selecionadas para a Annálise de Multicritério foram:

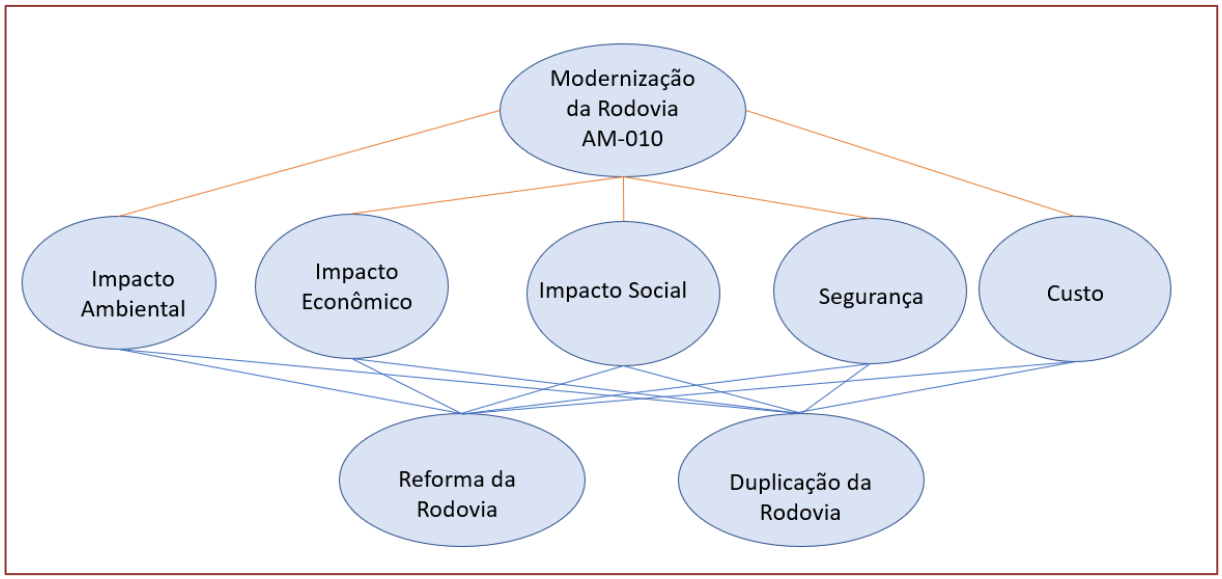
- Alternativa 1: Reforma do pavimento da Rodovia
- Alternativa 2: Duplicação da Rodovia

Então como nomenclatura para o cáculo matricial dos critérios e escolha da alternativa mais viável definiu-se:

- CR1: Impacto Ambiental
- CR2: Impacto Econômico
- CR3: Impacto Social
- CR4: Custo
- CR5: Segurança

Portando seguindo o esquema mostrado no fluxograma da figura 1 na metodologia, definiu-se a estrutura da decisão hierárquica referente a obra de intervenção viária na Rodovia AM-010 de acordo com a árvore de critérios de Saaty (1991), na figura 4 abaixo:

Figura 4. Estrutura de decisão Hierárquica da Obra de Intervenção da Rodovia AM-010



Fonte: Autoria Própria (2022).

4.2. DEFINIÇÃO DOS PESOS

Foi analisado as duas alternativas de intervenção na rodovia AM-010 sob a ótica do tomador de decisão, o que foi algo subjetivo de acordo com a metodologia AHP, foi observado no livro *Strategic Approach in Multi-Criteria Decision Making (Munier, et al, 2019)* a forma como o tomador de decisão escolhe de modo subjetivo os pesos e os critérios e este trabalho teve como objetivo exemplificar a tomada de decisão sob a ótica da análise de multicritério, como uma decisão foi feita e como ela foi detalhada.

Dessa forma com as alternativas e critérios definidos, para a Análise de Multicritérios e seguindo a metodologia AHP, faz-se a modelagem dos dados utilizando a tabela fundamental de Saaty (tabela 1) onde viu-se a aplicação do método para encontrar a melhor alternativa com base nos critérios escolhidos. Com isso os resultados obtidos seguiram a ordem das matrizes apresentadas pelo Quadro 1 abaixo referente as matrizes de preferência por critério, segundo o livro *Handbook of Multicriteria Analysis (Zoupounidis, et al, 2010)*.

Quadro 1. Matrizes de preferência por cada critério.

CR1		
ALT	1	2
1	1	7
2	0.111	1
SOMA	1.111	8
CR2		
ALT	1	2
1	1	0.111
2	9	1
SOMA	10	1.111
CR3		
ALT	1	2
1	1	7
2	9	1
SOMA	10	8
CR4		
ALT	1	2
1	1	5
2	0.200	1
SOMA	1.200	6
CR5		
ALT	1	2
1	1	0.111
2	9	1
SOMA	10	1.111

Fonte:Autoria Própria (2022)

No quadro 2 abaixo calculou-se as matrizes normalizadas das matrizes do Quadro 1, onde foi dividido cada elemento da matriz pela soma da coluna que pertence o elemento, foi normalizado os elmentos de modo que a soma dos elementos da coluna fosse igual a um.

Quadro 2. Matrizes Normalizadas.

CR1			
ALT	1	2	MÉDIA
1	0.9	0.875	0.888
2	0.1	0.125	0.113
CR2			
ALT	1	2	MÉDIA
1	0.1	0.1	0.1
2	0.9	0.9	0.9
CR3			
ALT	1	2	MÉDIA
1	0.1	0.1	0.1
2	0.9	0.9	0.9
CR4			
ALT	1	2	MÉDIA
1	0.833	0.833	0.833
2	0.167	0.167	0.167
CR5			
ALT	1	2	MÉDIA
1	0.1	0.1	0.1
2	0.9	0.9	0.9

Fonte: Autoria Própria (2022)

Com os vetores encontrados das médias foi construída uma matriz, onde as linhas são as alternativas e as colunas representam os critérios. Com as matrizes de preferência normalizadas do quadro 2 calculou-se a a Matriz de Preferência, na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4. Matriz de Preferência.

ALT	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5
1	0.9	0.1	0.1	0.833	0.1
2	0.1	0.9	0.9	0.167	0.9

Fonte: Autoria Própria (2022)

Após a consolidação da matriz de preferência, foi construído a Matriz de comparação entre critérios e sua Matriz normalizada apresentadas, respectivamente, nas Tabelas 5 e 6 abaixo.

Tabela 5. Matriz de comparação entre critérios

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5
CR1	1	7	9	9	2
CR2	0.143	1	0.333	2	0.111
CR3	0.111	3	1	2	0.111
CR4	0.111	0.5	0.5	1	0.111
CR5	0.5	9	9	9	1
SOMA	1.865	20.500	19.833	23.000	3.333

Fonte: Autoria Própria (2022)

Tabela 6. Matriz de comparação entre critérios normalizada.

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	MÉDIA
CR1	0.536	0.341	0.454	0.391	0.600	0.465
CR2	0.077	0.049	0.017	0.087	0.033	0.052
CR3	0.060	0.146	0.050	0.087	0.033	0.075
CR4	0.060	0.024	0.025	0.043	0.033	0.037
CR5	0.268	0.439	0.454	0.391	0.300	0.370

Fonte: Autoria Própria (2022)

Portanto obteve-se o resultado final da alternativa proposta, multiplicado a Tabela 4 pela média da Tabela 6, e o resultado foi um vetor que conteve o valor em percentual de cada alternativa escolhida, como podemos observar na Tabela 7 abaixo:

Tabela 7. Resultado Final.

ALT	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5
1	0.9	0.1	0.1	0.833	0.1
2	0.1	0.9	0.9	0.167	0.9
x					
MÉDIA	0.465	0.052	0.075	0.037	0.370
=					
0.479	Recuperação do pavimento				
0.521	Duplicação	←	Obra Escolhida		

Fonte: Autoria Própria (2022)

4.3. AVALIAÇÃO DE CONSISTÊNCIA

Conforme a metodologia calculamos na Tabela 8 abaixo a totalização das entradas, calculada pela Matriz da Tabela 5 multiplicada pela Média da Tabela 6.

Tabela 8. Totalização da Entradas.

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5		MÉDIA		TOTAIS
CR1	1	7	9	9	2		0.465		2.718
CR2	0.143	1	0.333	2	0.111	x	0.052	=	0.266
CR3	0.111	3	1	2	0.111		0.075		0.424
CR4	0.111	0.5	0.5	1	0.111		0.037		0.200
CR5	0.5	9	9	9	1		0.370		2.232

Fonte: Autoria Própria (2022)

Dessa forma seguindo a equação (1) do λ Máximo encontou-se o resultado da Tabela 9 abaixo.

Tabela 9. Cálculo para λ Máximo

TOTAIS		MÉDIA		
2.718		0.465		6.348
0.266	/	0.052	=	4.651
0.424		0.075		4.947
0.200		0.037		5.249
2.232		0.370		5.770
			λ máx	= 5.392

Fonte: Autoria Própria (2022)

Uma vez calculado o λ Máximo obtemos então o Índice de Consistência (IC) pela equação 2 descrita na metodologia, então IC representou:

$$IC = \frac{(\lambda\ máx - n)}{(n-1)} = 0.098$$

Então, por último calculou-se a Razão de Consistência definada na equação 3 da metodologia, representou:

$$RC = \frac{0.098}{1.12} = 0.875 < 1\ (OK!)$$

De acordo com os cálculos realizados para verificação das etapas 8 e 9 da análise de dados obtiveram resultados satisfatório, de fato a tomada de decisão entre as alternativas oferecidas nerte estudo foi pela escolha da obra de Duplicação da Rodovia AM-010 com 52,18%, valor obtido com base na Tabela 7 de resultado final.

Com base no resultado obtido na Tabela 7, de resultado final, conclui-se, pela Análise Multicritério com uso da metodologia AHP, que a obra mais viável de ser executada, considerando os critérios de Impacto Social, Econômico, Ambiental, Custo e Segurança é a Duplicação da Rodovia AM 0-10, com valor aproximadamente de 53%.

Observando pelo ponto de vista dos agentes de decisão, resultados diferentes podem ser obtidos dependendo dos avaliadores envolvidos nesta escolha. Se o critério custo, por exemplo, fosse dosado com peso que o fizesse não tão decisivo entre as duas obras, a alternativa com maior porcentagem poderia ser a Recuperação do Pavimento, atendendo ao principal objetivo que é a modernização do sistema viário. Porém, como esse critério foi o decisivo para essa obra não ter sido implantada até os dias de hoje, o mesmo foi avaliado de forma desfavorável à obra de Recuperação.

Portanto, metodologia AHP mostrou de que forma pode-se ter uma rastreabilidade e transparência na tomada de dicisão, tanto na esfera pública onde é necessário mostrar a sociedade do porque da decisão e o que foi levado em consideração para a escolha de uma obra pública, e no setor privado a metodologia AHP pode ser útil a apresentar aos acionistas de forma clara os aspectos de uma tomadade de decisão.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do resultado que a Análise Multicritério proporcionou para este estudo, pôde-se verificar que a adoção dos critérios e dos pesos distribuídos dependem do tomador de decisão como gestor, e pôde-se assim ter mais transparência do que está sendo decidido e da forma que foi foi escolhido, sendo assim tornando as decisões mais transparente.

Foi verificado que não há tomada de decisão totalmente neutra ou imparcial, e que os agentes de decisão não são isentos de induzir a uma alternativa, pois de acordo com os pesos adotados para cada critério os mesmos já estão fazendo prevalecer uma escolha em relação a outra. Podendo assim, observar que, na realidade, o que existe é a decisão com base em parâmetros técnicos, o que não significa decisão imparcial, porém este detalhamento da construção da tomada de decisão gerou uma clareza do que o tomador de decisão escolheu.

Por sua vez é importante salientar que o objetivo do artigo, de demonstrar a aplicabilidade da metodologia AHP, foi atingido através do desenvolvimento das etapas citadas no procedimento metodológico, onde o método AHP de análise multicritério foi caracterizado seguindo o modelo de Saaty (1991) de modelagem.

Portando este artigo abre o leque do aprofundamento da análise de multicrérios na técnica AHP, onde, através dessa metodologia pode-se encontrar resultados mais complexos em programas computacionais como o software livre "*Superdecions"*, aplicabilidade em diversos ramos da Engenharia Civil aonde contemple uma tomada de decisão gerencial crítica e, por fim, esta técnica pode ser aplicada como forma de detalhar a tomada de decisão de obras públicas de modo que mostre a transparência da escolha do gestor.

REFERÊNCIAS

[1] BARAÇAS, F.J.L.; MACHADO, J.P.A.; A Análise Multicritério na Tomada de Decisão - O Método Analítico Hierárquico de T. L. Saaty. Princípios Fundamentais e seu Desenvolvimento.Coimbra, 2006.

[2] COSTA, M.S. Mobilidade Urbana Sustentável: Um estudo comparativo e as bases de um Sistema de Gestão para Brasil e Portugal. São Paulo, 2003

[3] Munier, Nolberto; Hontoria, Eloy; Jiménez-Sáez, Fernando. Strategic Approach in Mult-Criteria Decision Making. 1° ed. Switzerland: Springer, 2019.

[4] BIANCO, G. L. (2016). Metodologia para auxiliar a Tomada de Decisão Gerencial na priorização de investimentos públicos em rodovias utilizando-se da Análise Multicritério. Publicação, Dissertação de Mestrado em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 151 p.

[5] Saaty, Thomas L. Analytic hierarchy process.Planning, priority setting, resource allocation. São Paulo : MAKRON Books, c1991.

[6] Ministério da Infraestrutura. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/sistema-portuario>. Acesso em 09 de Maio de 2022.

[7] Costa, Helder Gomes. Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão. / Helder Gomes Costa. – Niterói, RJ: H. G. Costa, 2002. iv, 104p. : grafs., tabs., il. : 21 cm.

[8] Google Earth AM-10. <https://googleearth.gosur.com/?gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkTixI3SuAgIEqjrV4v3AfLeA_NCQyWc_JzW4Th4c9HBCkfetpP6VBoCcNIQAvD_BwE&ll=3.494093009749548,61.612069300480925&z=5.608682883007304&t=satellite>. Acesso em 16 de Junho de 2022.

[9] C. Zopounidis and P.M. Pardalos (eds.), Handbook of Multicriteria Analysis, Applied Optimization 103, DOI 10.1007/978-3-540-92828-7_1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.

[10] M. Zarghami and F. Szidarovszky, Multicriteria Analysis, DOI 10.1007/978-3-642-17937-2_1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.

[11] Saaty, Thomas; Vargas , Luis. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. 2° ed. New York: Springer, 2012.

[12] Audiência Pública: Reforma e modernização da Rodovia AM-010 http://www.seinfra.am.gov.br/audiencia-publica-reforma-e-modernizacao-da-rodovia-am-010/. Acessado em: 14 de Junho de 2022.

[13] SAATY, T.; ALEXANDER, J. Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Approach. Pittsburgh: RWS Publication, 2013.

[14] SAATY, T. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences, v. 1, n.1, p. 83-98, 2008.

[15] SAATY, T.; VARGAS, L. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. 1 ed. New York: Spring Science, 2001.

[16] MARCH, J.G. Como as Decisões Realmente Acontecem: Princípio da Tomada de Decisões nas Organizações. Leopardo, São Paulo, Brasil, 2009.

Capítulo 7

Análise do nível de serviço em terminais passageiros aeroportuários no Aeroporto Internacional de Manaus - Eduardo Gomes

Valéria Cristina Cunha Rolim[1]
David Cardoso dos Santos[2]

Resumo: Os terminais de passageiros aeroportuários estão sendo marcados por crescente competição e privatização. Dessa forma, disponibilizar serviços satisfatórios em todas as etapas de um voo comercial é uma preocupação contínua, pois pode influenciar na intensidade dos clientes e, portanto, nas receitas aeroportuárias. O objetivo geral do estudo foi determinar o nível de serviço no terminal de passageiros do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes. A pesquisa tratou-se de uma pesquisa bibliográfica, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e descritiva. Nos serviços de segurança e controle de passageiros, direcionados ao controle e bagagem despachada e raio-x, evidenciou-se a partir dos resultados encontrados, que 50% dos passageiros consideram esse tipo de serviço bom. No serviço de totem de autoatendimento ou check-in online, 41,7% dos passageiros já utilizaram. O estudo traz benefícios na inserção acadêmica no conteúdo de percepção de satisfação dos passageiros nos diferentes tipos de serviços aeroportuários.

Palavras-chave: Aeroporto. Serviços aeroportuários. Satisfação dos passageiros. Terminal de passageiros aeroportuários. Nível de serviço.

[1] Acadêmica de Engenharia Civil do Centro Universitário Fametro.
[2]. Especialista em Arquitetura e Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte

1. INTRODUÇÃO

A análise do nível de serviço em aeroportos é um assunto que tem envolvido diversos pesquisadores, operadores aeroportuários e entidades governamentais relacionadas à administração e fiscalização do transporte aéreo. Os terminais de passageiros aeroportuários estão sendo marcados diariamente por crescente competição e privatização.

Dessa forma, disponibilizar serviços satisfatórios em todas as fases de um voo comercial é uma preocupação contínua, pois pode influenciar na intensidade dos clientes e, portanto, nas receitas aeroportuárias. A imagem que as empresas nos aeroportos abrangem deve ainda afetar o desempenho no mercado financeiro. Contudo, é extremamente ineficaz que um aeroporto ofereça um serviço inadequado, pois sua imagem também é afetada.

Portanto, essa avaliação evidencia diferentes fatores objetivos. Além disso, essa complexidade considera-se cada vez mais crescente quando se avaliam os múltiplos componentes de um aeroporto, lembrando que muitos deles são administrados por entidades diferentes, como empresas aéreas, operadores aeroportuários ou entidades governamentais.

Com isso, analisar e determinar os níveis de serviços em terminais aeroportuários, torna-se fundamental para entender as principais necessidades dos indivíduos e outros projetos que precisam ser incluídos nos serviços ofertados, auxiliando assim futuros estudos no tema, e aprendizado nas práticas futuras na área de Engenharia Civil, acarretando efeitos benéficos no meio acadêmico.

O objetivo geral do estudo foi determinar o nível de serviço no terminal de passageiros do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes.

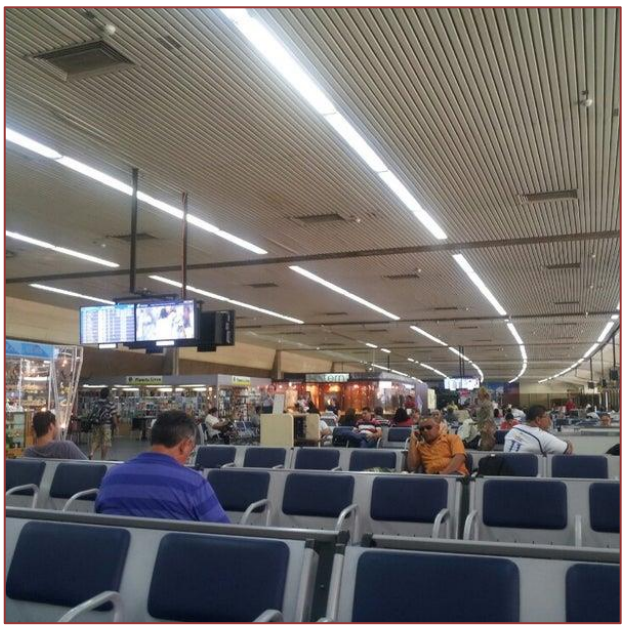
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TERMINAL DE PASSAGEIROS

O aeroporto é o componente principal no transporte aéreo, devendo sua estrutura física comportar a transferência entre os sistemas aéreos e terrestres. Contudo, é um importante sistema de interação dos três maiores elementos que compõem o transporte aéreo: o próprio sistema aeroportuário e seus sistemas de controle, as companhias aéreas e os usuários (MOURA et al., 2016).

Por outro lado, compreende-se como um sistema responsável por atender necessidades relacionadas ao movimento de pessoas e mercadorias, e o desenvolvimento do turismo. A **Figura 1** abaixo demonstra uma parte do terminal de passageiros do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes.

Figura 1. Aeroporto Internacional Eduardo Gomes



Fonte: Foursquare (2019).

No entanto, o terminal de passageiros é o local em que o passageiro passa maior parte do tempo, e tem função de mecanismo de transferência do solo ao transporte aéreo. Em decorrência disso, os aeroportos internacionais devem oferecer todas as facilidades necessárias para atender todas as exigências do destino (TOLEDO et al., 2018).

Em relação a um terminal de passageiros, as inovações estão presentes nas novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas e introduzidas nos aeroportos, visando proporcionar aos passageiros uma experiência de processamento mais rápido, mais segura e eficiente (NEGRI; BORILLE, 2017).

Segundo Specht et al. (2019) no Brasil, o percentual mínimo para manter a infraestrutura aeroportuária existente é estimado em 3% do PIB e para recuperação desta ainda seria necessário investir ao menos 5% do PIB nas próximas décadas. Assim pode-se afirmar que os gargalos criados nos aeroportos, pela falta de investimentos e aumento da demanda por esse transporte nos últimos anos, geram estruturas ineficientes, baixa nas ofertas de voos, contribuindo assim, para o aumento das tarifas praticadas.

Os terminais aeroportuários, bem como as empresas aéreas que os utilizam, precisam considerar o envolvimento dos usuários com o meio, e nesse sentido, mensurar o desempenho dos terminais de passageiros em toda a sua dimensão para que a infraestrutura seja melhorada nas especificações de tamanho da estrutura física, ergonomia e quantidade de recursos para os processos de embarque e desembarque (FIACO et al., 2016).

2.2. OS SERVIÇOS AEROPORTUÁRIOS

Os serviços aeroportuários são segmentados em aeronáuticos e não aeronáuticos. Os serviços aeronáuticos correspondem a assistência para pouso de aeronaves e o auxílio

a passageiros nos terminais. Já os serviços não aeronáuticos referem-se às atividades não diretamente relacionadas com o transporte aéreo (TIRYAKI; SILVA, 2019).

Além do mais, nos serviços aeroportuários estão implementados os setores de Acesso/Estacionamento, Acesso/Meio-fio, Saguão, Check-in, Sala de embarque e Conveniências através da avaliação de seus respectivos serviços: distância, segurança e disponibilidade de vagas; sinalização, segurança, conforto e infraestrutura; atendimento e conforto (DIAS; BRACARENSE, 2018).

Entre todos os processos aeroportuários, o embarque é o mais influenciado pelo passageiro dado que está relacionado com a pré-disposição dos mesmos de se comportarem e seguirem os procedimentos estabelecidos. Esse processo influência no tempo do avião em solo o que impacta diretamente possíveis atrasos e consequentemente custos operacionais (GEHLEN et al., 2021).

Neste sentido, salientou-se por que a utilização dos serviços aeroportuários varia de acordo com as características e necessidades dos passageiros. Segundo (Correia et al., 2008) a razão da viagem, o objetivo da circulação (embarque, desembarque, ligação) e as condições da aeronave utilizada pelos passageiros são alguns dos fatores que influenciam a procura de um determinado serviço aeroportuário.

2.3. NÍVEIS DE SERVIÇOS EM AEROPORTOS

O nível de serviço, especificamente no terminal de passageiros aeroportuário, pode ser compreendido pela análise de indicadores como: tempo de espera e de processamento, distância entre as principais instalações que o passageiro percorre, área disponível, produtos que fornecem conforto e conveniência aos passageiros (NEGRI; BORILLE, 2017). Esses componentes operacionais de um aeroporto apresentam inúmeros indicadores de nível de serviço, onde todos podem interferir na qualidade total dos serviços

Portanto, o nível de serviço pode abranger o ponto de vista de passageiros, companhias aéreas e operadores aeroportuários, cada qual com percepções e demandas individuais de qualidade. Representa, conforme Toledo et al. (2018) a qualidade e condições de serviços segundo percepção do passageiro.

No que diz Specht et al. (2019), os níveis de serviço normalmente são definidos estatisticamente, sem levar muitas vezes em consideração a opinião dos usuários. Os principais níveis de serviço medidos em um aeroporto são divididos em duas áreas operacionais. O lado ar, que integra as operações de pista de pouso e decolagem e pátio de aeronaves e o lado terra, que integra o TPS, terminal de carga, estacionamento de veículos, acesso ao aeroporto, entre outros.

Para Fiaco et al. (2016), a percepção dos usuários quanto a satisfação sobre os diversos componentes dos Terminais de Passageiros, motiva a administração aeroportuária a priorizar investimentos com maior precisão e analisar o desempenho de suas ações, buscando sempre atender às necessidades dos clientes

A qualidade de um serviço precisa ter a finalidade de gerar satisfação ao cliente, em que esse fato se considera de extrema importância para estabelecer uma imagem positiva dos serviços implementados nos aeroportos.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa tratou-se de uma pesquisa bibliográfica, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e descritiva. Para alcançar *o* objetivo geral determinar o nível de serviço no terminal de passageiros do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, por meio de uma revisão sistemática, foram necessárias as seguintes etapas representadas na **Figura 2:**

Figura 2. Fluxograma das etapas da pesquisa

Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ANÁLISE DOS NÍVEIS DE SERVIÇOS EM FUNÇÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS

Essa etapa consistirá na análise da qualidade dos níveis de serviços oferecidos no terminal de passageiros, por meio de revisão sistemática, demonstrando as características associadas aos níveis de serviço.

3.2. AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS PARA MELHORIA DO ATENDIMENTO AO USUÁRIO

A segunda etapa, abordará como as novas tecnologias auxiliam e trazem representatividade nos níveis de serviço, por meio de revisão integrativa, verificando o ponto de vista dos passageiros nessa inserção.

3.3. LEVANTAMENTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS NOS AEROPORTOS INTERNACIONAIS

A terceira etapa buscará avaliar como as novas tecnologias são aplicadas nos aeroportos, por meio de análise em estudos da literatura, detectando as variáveis que contribuem com o nível de satisfação do passageiro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi composta por indicadores que avaliaram a satisfação dos passageiros a partir dos serviços aeroportuários oferecidos diariamente. A coleta de dados ocorreu através do Google Formulário, com 36 passageiros, consistindo um método fácil e ágil na realização de entrevista, com passageiros no embarque e desembarque do aeroporto pesquisado.

4.1. ANÁLISE DOS NÍVEIS DE SERVIÇO EM FUNÇÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS

As inovações tecnológicas estão modificando a jornada do passageiro que se encontra no terminal aeroportuário. Muitas das inovações apresentam como objetivo prover satisfação ao usuário, otimizar o tempo do passageiro além de, contribuir com as receitas não aeronáutica (NEGRI et al., 2018).

A motivação inicial dos operadores em buscar novas tecnologias está relacionada ao âmbito do combate às questões de segurança. Para mais, a exploração das novas tecnologias permitiu aos operadores mitigar os riscos de segurança aeroportuária, consequentemente, proporcionando confiança adequada aos passageiros e funcionários (NEGRI; BORILLE, 2017).

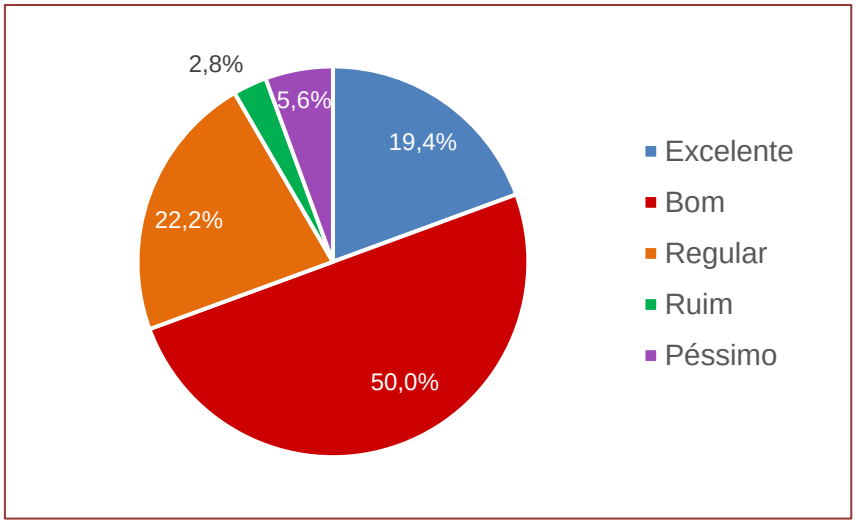
Os dispositivos móveis, permitiram que as pessoas conseguissem facilmente ter acesso a informações que pretendem obter. Atualmente, aeroportos e companhias aéreas desenvolvem plataformas de forma a conectar com os passageiros desde o início do processo do check-in até ao embarque. Por outro lado, os aeroportos que pretendem facilitar ainda mais o processo através de aplicações em que os passageiros possam utilizar durante a sua jornada no aeroporto (VICENTE, 2021).

Em relação ao tempo de embarque, Gehlen et al. (2021), discutem o impacto na experiência do passageiro através das novas tecnologias que estão sendo implementadas em aeroportos. Ressaltam que através do uso de seus celulares por exemplo como auxílio para check-in ou navegar no aeroporto, os passageiros se sentem mais seguros e confortáveis. Dessa forma, apresentam o possível indicador a ser avaliado que relaciona tecnologia utilizada com experiência do passageiro.

4.3. AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS PARA MELHORIA DE ATENDIMENTO DO USUÁRIO

Sobre os serviços de segurança e controle de passageiros, direcionados ao controle e bagagem despachada e raio-x, na **Figura 3** evidenciou-se a partir dos resultados encontrados, que 50% dos passageiros consideram esse tipo de serviço bom.

Figura 3. Avaliação do controle de bagagem despachada.

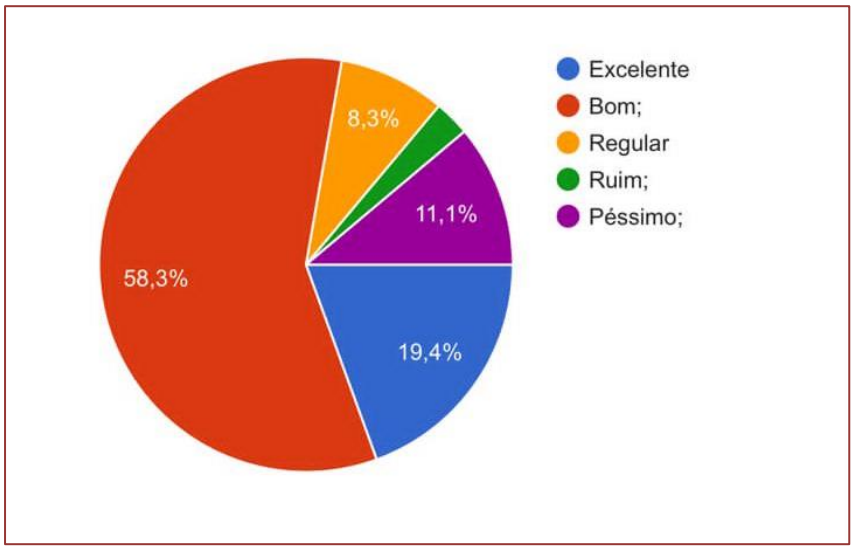


Fonte: Autoria Própria (2022).

Notou-se uma variação quanto à aprovação das novas tecnologias, de acordo com o questionário aplicado no Aeroporto Internacional Eduardo Gomes. No estudo de Negri e Borille (2017), o maior motivo de uso do robô LEO está relacionado à rapidez do processamento de check-in, e também da facilidade de despacho da bagagem já no meio-fio do aeroporto.

Sobre a o nível de conforto na sala de embarque apresentados na **Figura 4**, 58,3% consideraram bom, os serviços ofertados, onde apenas 19,4% referiram o serviço excelente.

Figura 4. Nível de conforto na sala de embarque



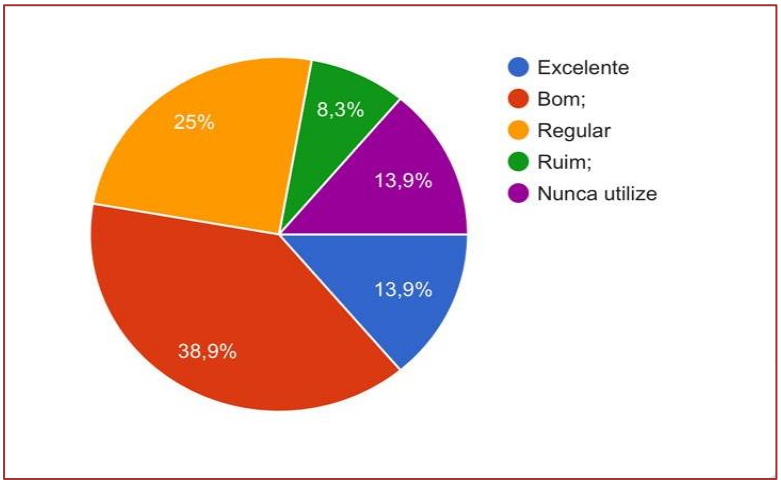
Fonte: Autoria Própria (2022).

Diante desses dados, foi possível perceber que a maioria dos passageiros considera os níveis de serviço bom, onde a minoria alegou considerar o conforto na sala de embarque regular, correspondendo a 8,3%.

No aeroporto de Curitiba (PR), os itens que mais contribuíram para o aumento da satisfação dos passageiros; foi o tempo de fila da aduana, custo benefício do estacionamento, limpeza geral do Aeroporto, conforto térmico, e restituição de bagagem (ROMEU; GARCIA, 2021).

Na **Figura 5** abaixo, observa-se a avaliação dos passageiros sobre o serviço que engloba o balcão de informações, em que 38,9% consideram esse atendimento bom.

Figura 5. Serviço de informações aos passageiros.



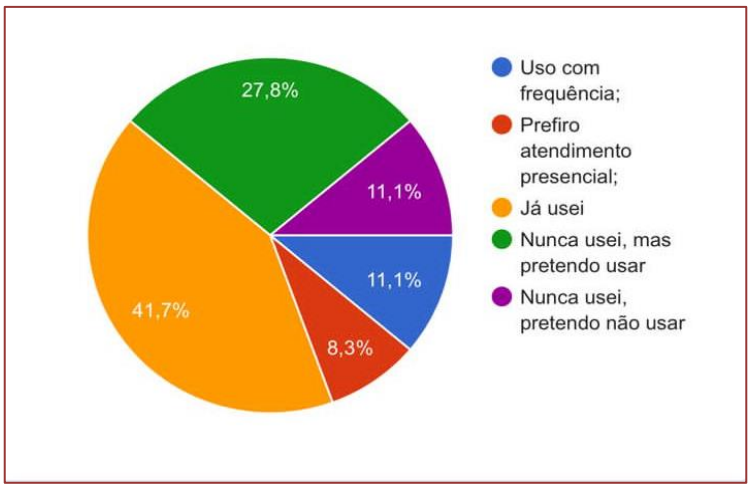
Fonte: Autoria Própria (2022).

Nessa abordagem, foi possível perceber que apenas 13,9% consideram esse tipo de atendimento excelente, igualando-se ao percentual para nunca utilizar o serviço.

Na pesquisa de Cardoso (2020), a associação entre as respostas relativas à frequência de utilização do aeroporto e à avaliação dos serviços de atendimento, observou-se que 15,7% avaliam o atendimento no terminal como razoável. Já os 12.7% consideram os serviços de comunicação insatisfatórios durante o seu processo de viagem

Sobre o serviço de toten de auto atendimento ou check-in online, verificou-se na **Figura 6** que 41,7% dos passageiros já utilizaram.

Figura 6. Serviço de toten de auto atendimento ou check-in online



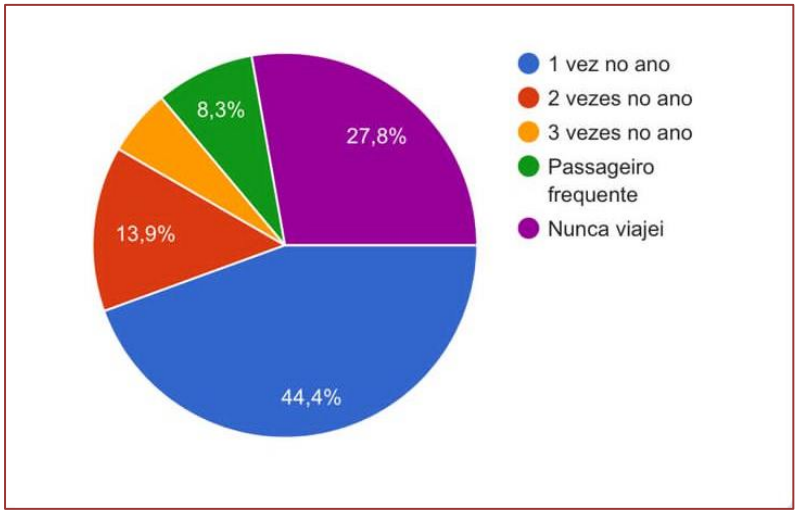
Fonte: Autoria Própria (2022).

Os resultados indicaram que a maior parte dos passageiros já utilizaram essa nova implantação de serviços, mas 8,3% alegaram preferir o atendimento presencial. Antes do embarque, o passageiro tem a opção de realizar o seu processamento de diferentes

maneiras, podendo, ou não, incluir o uso de novas tecnologias como o *check-in* online ou o uso de totens de autoatendimento no terminal. A utilização dessas tecnologias, determinam o caminho percorrido pelo passageiro logo após a entrada no terminal (MASCARENHAS, 2018).

Nas respostas encontradas sobre a frequência de voo, 44,4% dos passageiros relataram realizar viagens uma vez ao ano, conforme apresentado na **Figura 7.**

Figura 7. Frequência de voo



Fonte: Autoria Própria (2022).

Nesse contexto, evidenciou-se que 27,8% das pessoas nos terminais aeroportuários nunca viajaram, onde apenas 8,3% dos entrevistados são passageiros frequentes. No estudo de Cardoso (2020), através da associação entre as respostas relativas ao motivo das viagens e a frequência de viagem que leva aos utilizadores a recorrer aos serviços aeroportuários, que 20,6% efetuou entre 2 e 4 viagens, por motivos de férias e 15,7% por motivos pessoais, sendo este o número de vezes a utilizar o terminal do aeroporto.

4.4. LEVANTAMENTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS NOS AEROPORTOS INTERNACIONAIS

O sistema de vistoria de segurança é um processo que deve ser realizado de forma eficiente, mantendo um alto nível de segurança e eficiência. utilizaram o software *FlexSim* para simular o componente operacional do terminal de passageiro, além do *Wroclaw Airport* para avaliar a capacidade do sistema de acordo com as características do sistema e fluxo de passageiros (MASCARENHAS, 2018).

No que diz Lima et al. (2019), o método de hub-and-spoke gera benefícios como, melhorias no acesso aéreo para os residentes das grandes cidades, gerando melhoria nos serviços se comparado com o sistema ponto a ponto; maior competitividade entre os hubs e entre as companhias aéreas, maios benefícios para as comunidades por meio de uma escolha mais ampla de operadoras, mais frequência de serviço com conexões convenientes e tarifas aéreas mais acessíveis.

Segundo Duarte (2018), o Terminal de Passageiros (TPS) é um dos elementos mais importantes dentro das composições operacional e física de um aeroporto. Através do TPS foi possível realizar atividades concentradas como processamento de bagagens, abrigar check-in de companhias aéreas e serviços. Portanto, são elementos essenciais para o funcionamento de todo o sistema operacional aeroportuário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do objetivo proposto, determinar o nível de serviço no terminal de passageiros do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, foram avaliados diferentes tipos de serviços nos terminais aeroportuários, com auxílio das novas tecnologias implementadas, envolvendo percepções distintas diante das atividades realizadas.

Os resultados apresentaram que que a maior parte dos passageiros já utilizaram o serviço de *toten* e atendimento de check-in online, mas 8,3% alegaram preferir o atendimento presencial. Além desse, outros serviços foram avaliados como o balcão de informações, raio-x de bagagem, frequência de voo, entre outros. Esses serviços atualmente contam com o auxílio de recursos tecnológicos inseridos nesse meio para contribuir com aspectos que envolvem agilidade e eficiência no atendimento.

O estudo traz benefícios na inserção acadêmica no conteúdo de percepção de satisfação do passageiro de modo que essa variável pode se correlacionar positivamente com a eficiência aeroportuária. A maior limitação deste artigo foi à dificuldade de obter os dados para a amostra. Por conseguinte, para trabalhos futuros, sugere-se avaliação de outros aspectos que envolvem aeroportos, com uma maior base de dados, com o intuito de estabelecer uma comparação com o presente estudo e até mesmo contribuir com a exploração do conteúdo.

REFERÊNCIAS

[1] CARDOSO D.M. Avaliação da qualidade dos serviços oferecidos nos terminais de passageiros do aeroporto internacional de Luanda. Instituto Superior de Educação e Ciências, 2020. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/39251/1/Deza%20Miguel%20Cardoso.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022

[2] DIAS J.B, BRACARENSE L.S.F. Nível de serviço em aeroportos avaliando-se a acessibilidade: o ponto de vista do usuário. Pesquisa Ensino e Transporte-ANPET, 2018. Disponível em: http://146.164.5.73:30080/tempsite/anais/documentos/. Acesso em: 11 jun. 2022

[3] DUARTE J.C. A avaliação da satisfação do passageiro sobre a utilização do self check-in no aeroporto humberto delgado, em lisboa: um estudo empírico. Lisboa, 2018. Disponível em: https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/9412/1/tese%20final%20com%20juri.pdf. Acesso em: 12 jun. 2022

[4] FIACO R.D et al. Aplicação do método estatístico a nova quanto à percepção dos usuários na fila do check-in em aeroportos públicos e concessionados. XIV Transportes, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Reinaldo-Del-Fiaco/publication/308415191. Acesso em: 11 jun. 2022

[5] GEHLEN M.A et al. Indicadores de eficiência e experiência no embarque de passageiros em aeroportos brasileiros. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, 2020. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Gest%C3%A3o%20de%20Transportes/Gest%C3%A3o%20de%20Transporte%20II/2_209_AC.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022

[6] LIMA L.C et al. Hubs aeroportuários e a vantagem competitiva para as empresas de aviação: Uma análise sob a teoria dos modelos de negócios. Workshop de pós-graduação e pesquisa do Centro Paula Souza. Disponível em: http://www.fatecguaratingueta.edu.br/Anais-XIV-Workshop/artigo. Acesso em: 12 jun. 2022

[7] MASCARENHAS B.V. Metodologia para a avaliação do nível de serviço oferecido na área de check-in dos aeroportos regionais brasileiros. Accelerating the world's research, Campo Montenegro, 2018. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56227594/Relatorio_de_Tese_Bernardo_Vilela_Mascarenhas-with-cover-page-v2. Acesso em: 12 jun. 2022

[8] MOURA I.R et al. Determinação das principais características de avaliação de aeroportos hub utilizando o método AHP. Exacta- Engenharia de Produção, 2016. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/f8d5/ee099914f385980fd90534268edda9db84fe.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022

[9] NEGRI N.A.R et al. Eficiência dos terminais aeroportuários brasileiros considerando a percepção de satisfação do passageiro e quantidade de equipamentos de autoatendimento para check-in. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais/documentos/2018/Gest%E3o%20de%20Transportes. Acesso em: 12 jun. 2022

[10] NEGRI N.A.R, BORILLE G.M.R. Avaliação da influência de novas tecnologias em terminais de passageiros aeroportuários sob a ótica dos passageiros. Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 2017. Disponível em: 1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59239015/ANPET_RECIFE_201720190513-25726-puj9ne-with-cover-page-v2.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022

[11] ROMEU A.R.C, GARCIA C.M. Concessão de aeroportos brasileiros: uma análise da evolução da nova gestão aeroportuária. Revista Brasileira de Aviação Civil e Ciências Aeronáuticas, v. 1, n. 4, p. 72-96, 2021. Disponível em: https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/58/53

[12] SPECHT E.M et al. Análise de capacidade de terminais aeroportuários: estudo de caso do aeroporto Internacional Salgado Filho. Congresso de Pesquisa Ensino e Transporte, 2019. Disponível em: http://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019v1.1/. Acesso em: 11 jun. 2022

[13] TIRYAKI G.F, SILVA R.A. Qualidade de serviços aeroportuários: o gerenciamento privado é fundamental? Planejamento e políticas públicas, n.53, 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/1018/525. Acesso em: 11 jun. 2022

[14] TOLEDO F.S et al. Análise envoltória de dados na satisfação dos passageiros nos aeroportos públicos e concessionados. Accelerating the world's research, 2018. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57676926/Artigo_Fernanda_. Acesso em: 11 jun. 2022

Capítulo 8

Estudo comparativo entre as técnicas e custo de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e de concreto

Sabrina Barbosa Xavier

Resumo: A alvenaria estrutural é um dos sistemas construtivos mais antigos utilizados pelo homem. A alvenaria estrutural de blocos, tanto cerâmicos como de concreto além de exercer o papel estrutural de suportar as cargas da construção, proporcionam isolamento térmico e acústico. Este artigo tem como objetivo geral avaliar as principais diferenças entre alvenaria estrutural com bloco cerâmico e bloco de concreto por meio de um estudo comparativo. Para isso foi necessário estar levantando as características de cada método construtivo, através de análise documental, avaliando o custo de uma edificação com os dois materiais, através de dimensionamento e planilha orçamentária e comparando as características e custo dos materiais, e por meio de análise de projeto e orçamento. Resultando em identificar o tipo construtivo mais tecnicamente e economicamente viável, avaliar as especifidades de cada material e estabelecer os benefícios para a edificação. Assim, foi possível identificar o material com menor custo-benefício.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Bloco cerâmico. Bloco de concreto. Materiais.

1. INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é uma das metodologias construtivas mais antigas da humanidade, antigamente as alvenarias tinham estruturas projetadas empiricamente com técnicas utilizadas que eram passadas de geração para geração, essas alvenarias tinham como características grandes espessuras.

Atualmente, no mercado da construção civil, a alvenaria estrutural pode ser fragmentada em blocos cerâmicos e blocos de concreto, ambos com a missão de substituir o método convencional, o qual é formado por pilares e vigas, por blocos que tem a função estrutural de suportar as cargas da construção, tornando possível a redução dos custos da obra.

Neste contexto, com objetivo geral pretende-se avaliar as principais diferenças entre alvenaria estrutural com bloco cerâmico e bloco de concreto por meio de um estudo comparativo.

O foco deste artigo é trazer informações para que os estudantes de engenharia civil possam conhecer esse método com o intuito de diminuir o custo das obras e melhorar a execução.

Nesse estudo ainda serão abordados os seguintes tópicos: histórico da alvenaria estrutural, a sua utilização com bloco cerâmico e com bloco de concreto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A alvenaria estrutural é uma atividade construtiva em que as paredes de alvenaria e os reforços trabalham estruturalmente para substituir os pilares e vigas que são utilizados nos sistemas construtivos convencionais, que são estimados por meio de cálculos sólidos e com confiabilidade determinável. Durante esta construção, o facto de as paredes estarem tanto em subsistemas estruturais como de vedação propicia um sistema estrutural enxuto e, consequentemente, um maior nível de organização. A alvenaria estrutural adquiriu espaço no panorama mundial da construção civil devido a benefícios como versatilidade construtiva, economia e rapidez na construção. Mas a sua maior importância deve-se ao sua capacidade de organização e produtividade, que permite a produção das edificações com maior desempenho técnico, qualidade e economia.

No que diz respeito a alvenaria estrutural, as paredes servem como elementos estruturais do edifício. A conservação da unidade dependerá da correta disposição ambiente e das paredes, que tem a função de resistir a cargas verticais (peso próprio e cargas de ocupação) e cargas laterais (ação do vento, empuxo de terra, etc.), enquanto as laterais devem ser absorvidos pelos os painéis e transmitidos paralelamente às tensões laterais Orientação da parede estrutural. As paredes de alvenaria resistem a cargas verticais e horizontais pesadas paralelas aos seus planos, mas são relativamente fracas às cargas horizontais perpendiculares aos seus planos. Portanto, o maior desafio para os projetistas é minimizar a possível tensão de tração. Para isso, pode-se usar os seguintes procedimentos:

- alterando a forma das paredes;
- disposição adequada (composição constante) das paredes, obtendo uma estruturação constante das cargas verticais;

- a distribuição deve ser traçada de maneira que as paredes sejam sempre utilizada nos dois sentidos, de forma que fique estabilizado e reforçado entre si, desprezando forças horizontais;
- Dispor das lajes de piso para adotar o carregamento perpendicular às paredes, para prender a estrutura e distribuir cargas horizontais (as lajes devem atuar como divisórias rígidas);
- Utilizar plantas simétricas, pequenas em tamanho;
- A mesma disposição arquitetônica se repete em todos os andares, os elementos sobrepostos são comprimidos.

Segundo a NBR 7171/83, os blocos cerâmicos são estabelecidos como componentes de alvenaria que possuem furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contêm. Da mesma maneira os blocos portantes são determinados, visto que, são peças ocas com furos verticais, perpendiculares à superfície de assentamento, e são tidos de acordo com sua resistência à compressão. Uma das particularidades da peça cerâmica está profundamente referida com a qualidade da argila utilizada na fabricação, bem como com o processo de produção. Estão disponíveis peças de resistência mais baixa (0,1MPa) até de alta resistência (70MPa). Sendo dessa maneira a caracterização da unidade. As características do bloco cerâmico apontam perspectivas significativas de fabricação, por exemplo: peso e tamanho que influenciam a produtividade; a forma influencia no método de execução; precisão dimensional impacta no revestimento. Para utilização dos blocos além de indicar as características, é necessário identificar os pontos que precisam passar modulação, tubulação hidráulica e elétrica.

Os blocos de concreto são divididos como Classe A e Classe B de acordo com a NBR 6136 "Blocos de Concreto Ordinário para Alvenaria Estrutural". capacidade de vedação. Os blocos da classe B são aptos tanto para alvenarias interiores quanto exteriores revestidas e necessitam ter uma resistência à compressão com a qualidade de pelo menos 4,5 MPa. Para a definição das propriedades mecânicas dos blocos de concreto segue os requisitos da NBR 7184 "Blocos de concreto comum para alvenaria - Determinação da resistência à compressão". As maiores empresas produzem blocos com resistências médias à compressão que variam de 12 a 15 MPa e até 20 MPa. Possui outras funções como: melhor desempenho acústico; Maior precisão dimensional; Melhor aderência a argamassas de vedação e revestimentos.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Este estudo foi ligado a natureza aplicada, abordagem mista, com o objetivo descritivo e a pesquisa foi documental. Com a finalidade de avaliar as principais diferenças entre alvenaria estrutural com bloco cerâmico e bloco de concreto por meio de um estudo comparativo foram necessárias as seguintes etapas representadas na Figura 1

Figura 1. Fluxograma das pesquisas

Fonte: Autoria própria (2022)

O levantamento das características de cada método foi feito através de pesquisa e estudo, por meio de normas e manuais de construção civil como a ABNT. Alvenaria estrutural. Blocos cerâmicos. Parte 1: Projeto. Parte 2: Execução e controle de obras. NBR-15812. ABNT. Blocos de concreto. Parte 1: Projeto. Parte 2: Execução e controle de obras. NBR-15961 e o TCPO – Tabela de composição de preços para orçamentos. Onde foram selecionados as principais técnicas, métodos e procedimentos utilizados na construção civil.

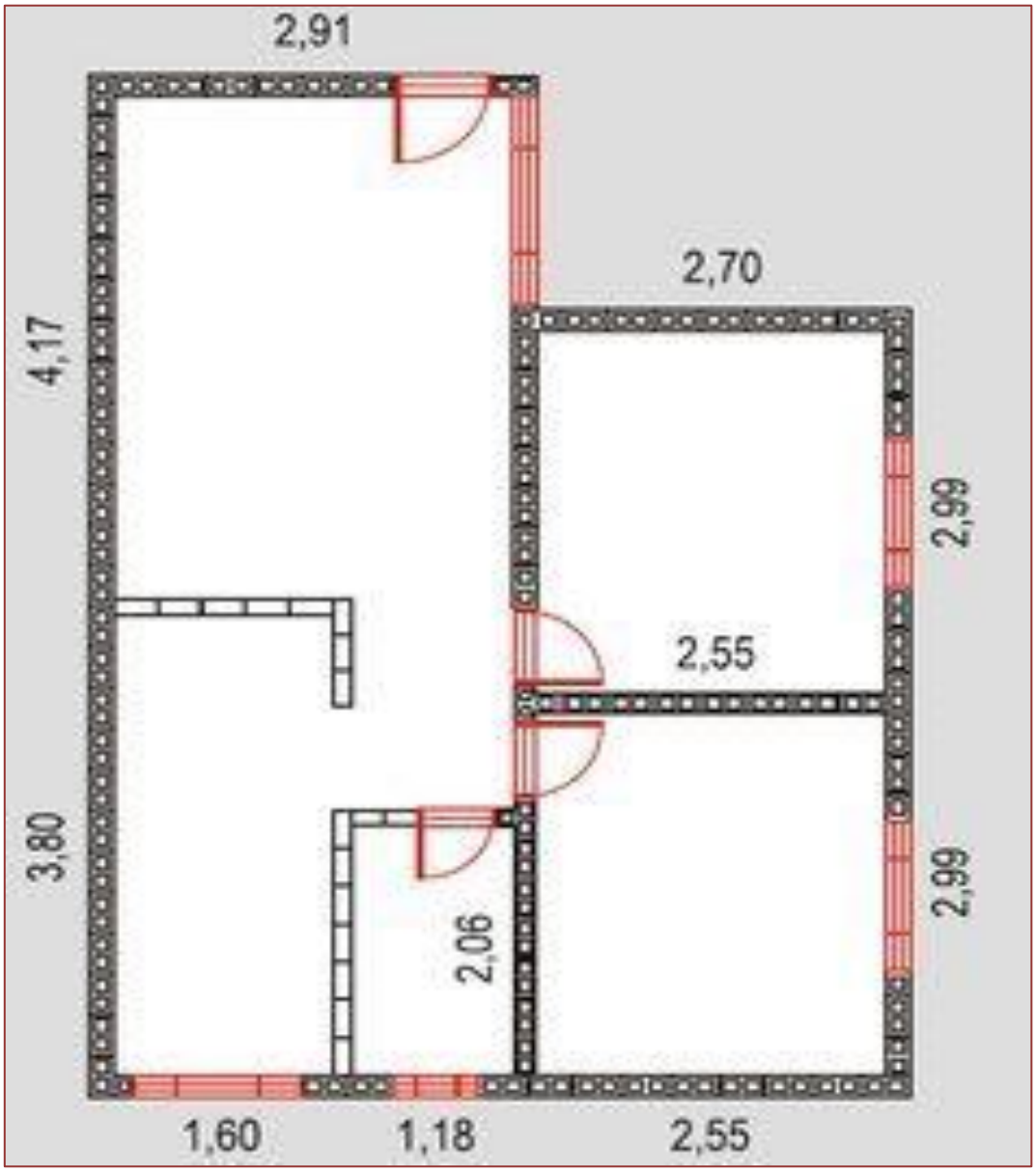
Para fazer a planilha orçamentária de custo, a base de composição que foi utilizada foi a do TCPO - Tabela de composições e preços para orçamentos, identificando os custos para cada material, ou seja, para o bloco cerâmico e bloco de concreto. Foi necessário ter um projeto, o que foi usado neste artigo, é um projeto fictício de uma residência de 40m^2, com ele, tirou-se as informações necessárias para preencher a planilha do excel. Como por exemplo: a quantidade de blocos que foi utilizado, a quantidade de cimento para a argamassa. Outros cálculos foram utilizados também, como o de regra de três simples.

Apartir do momento que as planilhas de levantamento de custo ficaram prontas, foi possivel fazer uma comparacão, principalmente entre o custo dos blocos cerâmicos, de concreto e outros materiais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor ánalise, temos como base o projeto fictício abaixo.

Figura 1: Planta fictícia



Autor: Imagem retirada da internet

Na tabela abaixo serão analisado as dimensões, áreas e volumes para o quantitativo dos blocos.

Tabela 1. Levantamento de quantitativos da casa

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	**Pav**	**Parede**	**Bloco**	**Comp**	**Pé direito**	**Porta 1**	**Janela 1**	**TOTAL m²**
2	Térreo	P1	14	3,8	3,11			11,818
3	Térreo	P2	14	4,17	3,11			12,9687
4	Térreo	P3	14	2,91	3,11	1,68		7,3701
5	Térreo	P4	14	2,7	3,11			8,397
6	Térreo	P5	14	2,99	3,11		0,7	8,5989
7	Térreo	P6	14	2,99	3,11		0,7	8,5989
8	Térreo	P7	14	2,55	3,11			7,9305
9	Térreo	P8	14	2,06	3,11	1,68		4,7266
10	Térreo	P9	14	2,55	3,11			7,9305
11	Térreo	P10	14	2,99	3,11	1,68		7,6189
12	Térreo	P11	14	1,6	3,11		0,7	4,276
13	Térreo	P12	14	1,18	3,11		0,36	3,3098
14	Total							**93,5439**

Fonte: Autoria própria (2022)

Sendo assim, fazendo uma regra de três simples onde o m^2 do bloco cerâmico 14x19x39 equivale a 17 blocos.

$1m^2$ ———— 17 blocos

$94m^2$ ———— x

X= 1.598,00 und de blocos

Para o bloco de concreto 14x19x39 o m^2 equivale a 13 blocos.

$1m^2$ ———— 13 blocos

$94m^2$ ———— x

X= 1.222,00 und de blocos.

Observou-se que em relação à quantidade de blocos por m^2, o bloco de concreto rende mais, o valor de um bloco é R$ 3,50. Para 1.222 und o valor fica R$ 4.277,00.

Para o bloco cerâmico, o valor de um bloco é R$ 2,85. Para 1.598 und o valor fica R$ 4.554,30.

Os valores em reais foram baseados nos preços vigentes na cidade de Manaus-Am em junho de 2022.

Para o cálculo de volume de argamassa, foi necessária a seguinte fórmula abaixo: Sendo: V (volume de argamassa); a (área de construção); n (quantidade de blocos por m^2); b(comprimento do bloco); h(altura do bloco) e l (largura do bloco).

V= [a-n*(b*h)]*l 1)

Para o bloco cerâmico:

V=[a- n*(b*h)]*l

V= [94-1598*(0,29*0,19)]*0,14

V= [94-88,0498]*0,14

V= 5,95*0,14= 0,833m^3

Para o bloco de concreto:

V=[a- n*(b*h)]*l

V= [94-1222*(0,29*0,19)]*0,14

V= [94-67,33]*0,14

V= 26,67*0,14= 3,73m^3

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alvenaria estrutural pode ser fragmentada em blocos cerâmicos e de concreto. Nesse artigo foi possível analisar e avaliar as principais diferenças entre alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e bloco de concreto, no que tange aos custos por meio de cálculos e planilha, o que viabilizou o estudo comparativo.

Com o levantamento da metragem quadrada das paredes do ambiente, foi possível analisar e verificar a quantidade que cada tipo de bloco necessitaria.

A partir da análise feita com o projeto da casa fictícia, com as comparações entre os blocos de concreto e cerâmico, foi possível observar que os blocos cerâmicos possuem mais vantagens em relação ao bloco de concreto em relação ao menor custo benefício.

REFERÊNCIA

[1] ABNT. Alvenaria estrutural. Blocos cerâmicos. Parte 1: Projeto. Parte 2: Execução e controle de obras. NBR-15812. Rio de Janeiro, 2010.

[2] ABNT. Blocos de concreto. Parte 1: Projeto. Parte 2: Execução e controle de obras. NBR-15961. Rio de Janeiro, 2011.

[3] TCPO – Tabela de composições de preços para orçamentos. 13ª edição

Capítulo 9

Coleta de RCD na cidade de Manaus

Ghabriela Fernandes Souza[1]

Resumo: O presente estudo trouxe a campo a necessidade de trabalhar os Resíduos de Construção e Demolição (RCD), visando buscar a solução após a execução das edificações, consertos, restaurações e derrubadas de construções, e a decorrente da mesma. A Coleta de RCD em Manaus-Am, é considerada hoje um desafio importante aos governantes da cidade que visa à sustentabilidade. Nesta perspectiva, objetivou analisar a viabilidade de um sistema de coleta de RCD em Manaus, através de analises de critérios de implementação estabelecendo as medidas mitigadoras. A metodologia foi direcionada a pesquisa bibliográfica, com abordagem quantitativa. Os resultados alcançados foram satisfatórios, no que diz respeito ao recolhimento e destinação dos rejeitos, enquanto algumas cidades levam a sério o RCD outras não dão a mínima para o problema. A elaboração de uma usina de RCD resolveria a problemática na solução de reciclagem ou reutilizações destes materiais.

Palavras-chave: RCD. Coletas. Cidade.

[1] Graduanda em engenharia civil pelo centro universitário Fametro.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos de construção e demolição (RCD), são provenientes do desempenho na construção, melhorias, restaurações e desmoronamentos de obras, assim as decorrências da elaboração e da escavação do solo, tais como: concreto, cerâmicas, metais, madeiras, vidros e plásticos. Com o crescimento da cadeia produtiva de construção há o crescimento dos resíduos proveniente da mesma e consequentemente a necessidade da coleta destes materiais. Nos últimos 10 anos, o RCD aumentou cerca 38,29% nos municípios brasileiros e 27.55% não contam com nenhum manejo de resíduos, e com isso a quantidade coletada per capita cresceu de 174,3 kg para 213,5 kg por habitante por ano.

A Coleta de RCD em Manaus-Am, é considerada hoje um desafio importante para os governantes da cidade que visa à sustentabilidade. No contexto atual, com a crescente demanda da edificação e reformas, tanto em residências como em edifícios fez com que o RCD gerasse um acúmulo excessivo no resquício de materiais. Neste contexto, preocupa-se saber como é delegada a coleta de RCD na cidade, ou seja, antes da coleta os materiais conseguem ser reutilizados ou podem ser reciclados, porém a escassez conhecimento sobre o assunto e esclarecimento do que se pode fazer e de como fazer, e neste caso, tentar suprir a deficiência dos problemas, motivada pela falta de uma infraestrutura básica que crie condições mínimas para a administração dos mesmos. Torna-se importante que o RCD deve ser visto como uma oportunidade e não como um problema.

Neste sentido, o estudo tem objetivo de analisar a viabilidade de uma implantação de coleta de RCD na cidade, por meio de analises de critérios de implementação estabelecendo as medidas mitigadoras. Assim especificando levantar os critérios de implementação de um sistema de coleta de RCD, por meio de pesquisa de revisão bibliográfica; identificar os obstáculos para a implementação de um sistema de coleta de RCD em Manaus, por meio de análise de critério de implementação; estabelecer as medidas de adequação para implementação de sistema de coleta de RCD na cidade por meio de análise documental.

Por conseguinte, a necessidade de efetivar este trabalho é de vital importância, pois fica claro que este assunto tem um teor relevante para a sociedade civil e acadêmica. Quando se trata de resíduos, edificação e derrubada do (RCD). Cabe aqui, como pesquisadora e exploradora de ideias, uma necessidade evidente de entender como ocorre a coleta do RCD na cidade. A partir dos estudos levantados equivale a descrever e apresentar este trabalho, pois este irá contribuir para que a população tenha algum dado e conhecimento e outros estudantes tenha um norte, e que os órgãos competentes possam cumprir seu papel na realização de estudo para a melhoria da região.

Nesse contexto, o presente trabalho fez uma análise da Coleta de RCD nas cidades brasileiras com intuito de comparar a atual situação entre os municípios, e a cidade de Manaus.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

A construção civil caminha linearmente conforme o aumento da população, e com sua alta centralização nos grandes centros urbanos. Desta forma, tem-se cada vez mais os RCD,s nas cidades. Assim, o crescente aumento na geração de resíduos como de construção, reformas, reparos e demolições. Segundo a CONAMA na Resolução 307, de 05

de julho de 2002 diz que, os Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica (IBAMA, 2002).

Em se tratando Dos RCD,s, é importante ficar ciente das legislações pertinentes, sobre o que é produzidos e os possíveis destinos sem esquecer da forma de coleta, um fator super importante em se tratando de resíduos, lembrando que cada materiais contém uma finalidade.

Os rejeitos de materiais usados na execução de etapas das obras da construção civil originam de novas construções, reparo, restauração e demolição. A construção civil é considerada como uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento socioeconômico da região, no entanto tem se mostrado como expressiva geradora de impactos ambientais e também pela alteração da paisagem natural ou pela grande formação de resíduos.

No Brasil cerca de 50% do RCD são originados das construções (construção informal e provenientes de perdas físicas) (SANTANA, et al., 2011, p. 2). Salientando que as perdas na construção ocorrem através das reformas, reparos e demolições, na reforma além do crescente número de RCD,s que por ventura a retirada de material e depois a realização da obra, colocando materiais, centra os dois restante, o reparo e demolição. Agora a coleta muitas vezes é descartada em locais impróprios.

Durante o período de execução das obras, existem desaproveitamento de equipamento, que são excluídos pelas construtoras, e acabam espalhados por todo o canteiro de obras. É importante ressalta que os detritos afetam, direta ou indiretamente, a qualidade dos recursos ambientais, as condições estéticas e sanitárias do solo e o meio ambiente, afetando da comunidade. As deposições irregulares, geralmente, resultam de pequenas obras ou reformas realizadas pelas camadas da população urbana mais carente de recursos. (PINTO; GONZÁLES, 2005, p.25).

O RCD há duas linhas de raciocínio, uma distingue aos impactos negativos provenientes da deposição de resíduos em locais impróprios, dessa forma ocasionando a mudanças de paisagem e modificação do meio ambiente pela grande quantidade de resíduos gerados. E outro ponto centraliza a atividades mais importantes para o desenvolvimento socioeconômico e muitos destes rejeitos podem ser reciclados em outras obras.

2.2. SISTEMA DE COLETA DE RCD

Os rejeitos provenientes de construção apresentam uma grande parcela no total de Resíduos gerados diariamente nas áreas urbanas, tornando necessário o estabelecimento de modelo de gerenciamento sustentável para esses resíduos, com estudos, e propostas na perspectiva de minimiza a problemática. No entanto, utilização do RCD devidamente processado com vista à sua integração como matéria-prima numa indústria carece de um tipo de análise caso-a-caso (AGÊNCIA, 2011, p. 6). Atuando na coleta para reciclagem cada material dispõem de um determinado fim e seu beneficiamento vai ocasiona em uma determinada matéria reaproveitada. Como cita o autor cada caso e um caso, porém com uma certa finalidade. Porém, tijolos, cerâmicos,

concreto, metais, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, vidros, plásticos, tubulações, "a utilização desses resíduos seria uma solução para alguns problemas, como a escassez de áreas para deposição de entulhos, elevados recursos gastos na desobstrução de córregos e vias públicas por parte das autoridades municipais" (LEVY, 2007, p. 1633).

As certas cidades brasileiras estão desenvolvendo uma gestão sobre RCD,s no prisma de reverter o modelo, ou seja, um gerenciamento apenas corretivo, identificado por ações preventivas, repetitivas e custosas.

Conforme PINTO (1999), a Gestão comprometida se constitui por um conjunto de ações no serviço público que visam à: captação máxima RCD,s, reciclagem dos resíduos captados e a alteração dos procedimentos e culturas no tocante à geração e reutilização dos resíduos.

A coleta do RCD ainda nos dias atuais há uma grande deficiente principalmente do poder públicos pela fiscalização, das empreiteiras por parte da deposição dos rejeitos. As soluções normalmente empregadas para este problema sempre foram os aterros ou os lixões que possuem vários inconvenientes ambientais e cada vez se tornam mais caros pela escassez do espaço. Assim, a simples disposição do entulho desperdiça um material que pode ter um destino mais nobre com sua reutilização e reciclagem, JOHN (2000). A coleta com destino certo seria a maneira correta de se seguir, mas muitas cidades ainda não contam com uma gestão preocupada em solucionar o problema, onde a única preocupação é apenas na construção e não o que fica para traz.

Pressupõe-se o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição do resíduo, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade.

2.3. SISTEMA DE COLETA DE RCD EM MANAUS

A coleta de RCD,s no país ainda está caminhando em passo curtos, nos últimos 30 anos houve uma melhora no quadro de município que em sua gestão estiveram uma preocupação em melhorar a forma de tratamento.

Em Manaus podemos destacar alguns trabalhos realizados pelo grupo de geotécnia da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, os quais realizam pesquisas desde 1996, utilizando o RCD,s para a reutilização na pavimentação (CRUZ, 2018). A mais de 25 anos já tinha uma preocupação na cidade na tentativa de implementar um projeto para destinação do RCD. Nos dias atuais a cidade está passando por grandes transformações e com isso um aumento de entulhos sem destinação final ainda continua sendo depositado em locais impróprios (beira de igarapé e terrenos baldios), ocasionando impactos ambientais. Segundo Nagalli (2014, p. 59) "gerenciar resíduos para a sustentabilidade não é simples. Praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor da construção são geradoras de RCD".

Tornam urgente a necessidade de implantação de políticas que visem diminuir o volume RCD,s produzidos pela Cadeia Produtiva da Construção, ao mesmo tempo em que viabilizem a busca de soluções para o problema de disposição, o fortalecimento do processo quando se trata da reciclagem de alguns materiais e utilização de seus produtos (CRUZ, 2018). A grande preocupação do autor não centra na economia e sim na solução de viabilizar um sistema que fortaleça a cadeia produtiva, mas para isso tem que haver políticas públicas que estimulem o fortalecimento da reciclagem e reutilização dos rejeitos proveniente da construção.

Manaus ainda está muito distante dos restantes das cidades que por ventura realizaram a implantação de um sistema de coleta de RCD, mas isso não quer dizer que a cidade não possa entrar no mesmo direcionamento das que deram certo apenas falta vontade e interesse da gestão municipal.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente trabalho foi realizado em Manaus-Am. Segundo a estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), a população estimada de 2021 é de 2.255.903, nas coordenadas geográficas de 3º6'0?S e 60º1'0?W, na margem esquerda do Rio Negro, no metacentro da Floresta Amazônica e área territorial de 11.401 km^2 o que representa uma densidade demográfica 180 hab/km (Figura 1).

Figura 1: território de Manaus-Am.

Fonte: Google Earth 2022.

A escolha deste trabalho foi de suma importância em se tratando do sistema de coleta de RCD na cidade justamente porque a mesma obtém carência dos problemas causados pelos resíduos, agravado ainda mais, pela falta de uma infraestrutura básica que crie condições mínimas para a gestão de coleta de RCDs. Assim a carência de concretizar este trabalho é de essencial importância, pois claramente este conteúdo tem uma acentuada deficiência da gestão público-privada na perspectiva de implementação do Sistema de coleta de RCD,s.

Para o estudo referiu-se as análises da coleta de RCD implantados nos municípios brasileiros, dados coletados em trabalhos realizados em artigos, teses e sites especializados aos problemas relativos aos processos de RCD.

Quanto a pesquisa, obteve uma abordagem quantitativa, em virtude de emprega medidas padronizadas e sistemáticas, reunindo respostas estabelecidas assim facilitando a comparação e a análise de medidas estatísticas de dados. Os procedimentos centram na pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica, no qual possibilitou o delineamento do estudo tece a fundamentação e coleta de dados secundários, e a pesquisa de campo, que permitiu o contato e familiarização com a realidade do objeto de estudo.

3.1. LEVANTAR OS CRITÉRIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE RCD, POR MEIO DE PESQUISA DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objeto de estudo centra no levantamento da coleta de RCD em cidades do brasileiras. Para o acervo do levantamento bibliográfico, os termos de busca foram direcionados para o sistema de coleta, em trabalhos desenvolvidos em teses, artigos, sites, legislações e normas, disponíveis em formato físico e eletrônico, escritos em Português, com disponibilidade de texto completo em suporte eletrônico, publicado em periódicos nacionais. Os critérios de exclusão: trabalho de conclusão de curso (TCC), trabalhos publicados antes de 1999, trabalhos em língua inglesa.

A busca bibliográfica direcionou a biblioteca virtual no repositório, periódico, Scielo, além do site da: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, a Secretaria de Meio ambiente do estado do Amazonas, Secretaria de Municipal de limpeza pública (SEMUSP) do município de Manaus, do ano de 1999 a 2021 que tinha o descritor.

Neste contexto foi delineado o corte transversal devido a pesquisa ser realizada em um curto período de tempo, em um determinado momento, ou seja, em um ponto no tempo, tal como agora, hoje (SILVA; MENEZES, 2001).

A amostra se deu a partir da leitura do resumo dos periódicos encontrados que responderam ao problema da pesquisa, totalizando 4 artigos, 3 sites, 2 leis. O texto em suporte eletrônico encaixou nos critérios de inclusão/exclusão.

Foi desenvolvida a análise de conteúdo: exploração do material e interpretação dos resultados. Efetuou-se leitura e fichamentos (ficha documental e ficha de extração de dados), possibilitando uma visão abrangente do conteúdo.

3.2. IDENTIFICAR OS OBSTÁCULOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE COLETA DE RCD EM MANAUS, POR MEIO DE ANÁLISE DE CRITÉRIO DE IMPLEMENTAÇÃO

A pesquisa de revisão literatura, foi realizada com base em trabalhos publicados (artigos, teses e sites) selecionados na perspectiva de identificar os obstáculos para a implementação de um sistema de coleta de RCD em Manaus.

Adotou-se os seguintes critérios de inclusão: artigos, teses e sites voltados para os critérios de implantação do sistema de coleta de RCD e escritos em Português. Os critérios de exclusão: trabalhos publicados antes de 1999, e trabalho de conclusão de curso (TCC). Critérios de inclusão são definidos como as características-chave do alvo ou seja do objeto a ser investigado sendo utilizado para responder à pergunta do estudo e para a exclusão, traz características adicionais, que poderiam interferir no sucesso do estudo ou aumentar o risco de um desfecho desfavorável (PATINO; FERREIRA, 2018).

A busca bibliográfica direcionou a biblioteca virtual na perspectiva diagnosticar a diferenças de coleta de RCD de pequenos e grandes produtores do ano de 1999 a 2021 que tinha o descritor. A partir da leitura do resumo dos artigos e teses encontrados que responderam ao problema da pesquisa, totalizando 3 artigos, 1 tese, 2 sites, e 1 lei, os que se encaixaram nos critérios de seleção.

3.3. ESTABELECER AS MEDIDAS DE ADEQUAÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE COLETA DE RCD EM MANAUS POR MEIO DE ANÁLISE DOCUMENTAL

Esta centralizou a identificação das medidas de adequação a implantação de sistemas adequados de coleta de RCD, por meio de critérios de implantação de outras cidades.

Seguir os seguintes passos:

- Pesquisa bibliográfica teses, artigos e sites;
- Levantamento de dados das cidades onde há a implantação de coleta de RCD.

A agregação criteriosa dessas informações permite conformar um método seguro, por apontar estimativas para componentes importantes da atividade construtiva e por constituir um patamar mínimo de quantificação, certamente elevará a agregação dos RCD (PINTO, 1999).

A busca bibliográfica direcionou a biblioteca virtual no repositório, Scielo e sites na perspectiva de verificar os critérios de implantação do sistema RCD em outras cidades do ano de 1999 a 2021 que tinha o descritor.

Para a análise dos métodos estatísticos foram explorados 3 artigos, 1 tese e 1 site no aspecto de delinear com confiabilidades dos resultados estatísticos. Foi desenvolvida a análise de conteúdo, que conta com três etapas: exploração do material e interpretação dos resultados. Efetuou-se leitura, possibilitando uma visão abrangente do conteúdo, possibilitando assim a transcrição dos resultados e de trechos significativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. LEVANTAMENTO DOS CRITÉRIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE COLETA DE RCD, POR MEIO DE PESQUISA DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para esta etapa foi feito um levantamento do sistema de coleta de RCD nas cidades do brasileiras. Para o acervo, o levantamento bibliográfico buscou foram direcionados para o sistema de coleta, desenvolvidos em teses, artigos, sites, legislações e normas, disponíveis em formato físico e eletrônico. Para as teses e artigos foram encontrados nos sites como: repositório, periódico, Scielo, além do site da: Associação Brasileira de

Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, Associação Brasileira para o reaproveitamento de dejetos da Construção Civil e Demolição, a Secretaria de Meio ambiente do estado do Amazonas, Secretaria de Municipal de limpeza pública de Manaus (SEMUSP).

Os RCD,s são oriundos de material de escavação, de construção sendo-os de estradas, de edificação e de edifícios reformas, materiais estes provenientes relativos à construção ou demolição. O RCD muitas vezes, é gerado por deficiências no processo da construção, falhas ou omissões na elaboração dos projetos e na sua execução, não esquecendo que muitas vezes é devido à má qualidade dos materiais empregados, além da substituição de componentes pela reforma ou reconstrução.

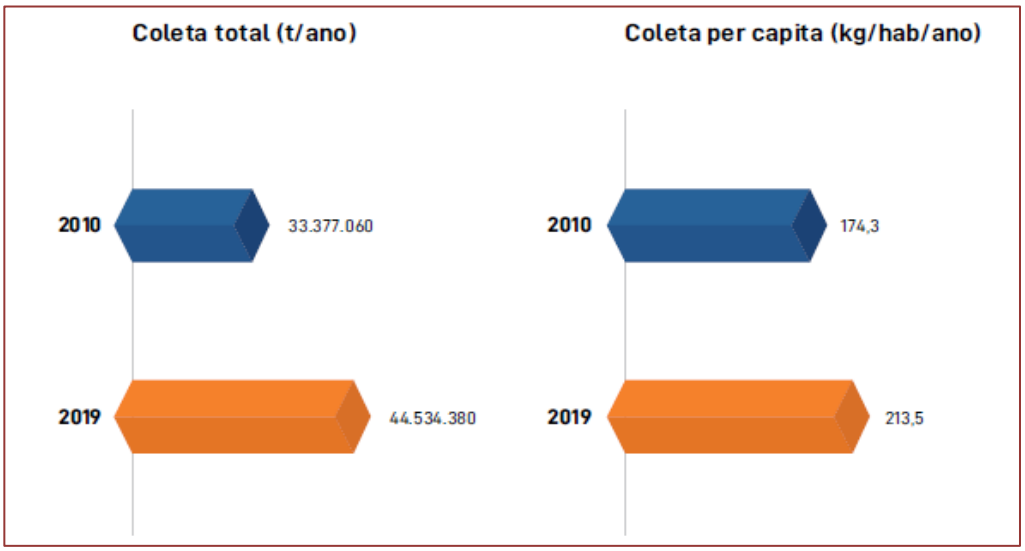
A Resolução nº 307, de 2002, no seu Art. 3, classifica os RCD,s dentro de quatro classes:

> I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças prémoldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras. II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros. III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso. IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (IBAMA, 2002).

Nota-se que a resolução é muito clara e objetiva a respeito RCD, em uma ocasião que, facilita o processo de segregação dos dejetos de modo que o gerador possa identificar a melhor solução econômica e ambiental para a destinação final. Ainda a Resolução 307/2002, os geradores dos RCD são responsáveis pela coleta, transporte e destinação final. É pressuposto dessa Resolução que a responsabilidade pelos resíduos é do gerador, cabendo aos demais participantes da cadeia de atividades a responsabilidade solidária no âmbito de sua participação e ao Poder Público o papel de disciplinar e fiscalizar as atividades dos agentes privados.

A arrecadação e Transporte do RCD, conforme ABRELPE (2020), os resíduos coletados pelos municípios também registraram aumento quantitativo no período analisado, passando de 33 milhões de toneladas, em 2010, para 44,5 milhões, em 2019. Com isso, a quantidade coletada per capita cresceu de 174,3 kg para 213,5 kg por habitante, por ano (gráfico 1, abaixo).

Gráfico 1: Crescimento de coletas de RCD nos municípios brasileiros.

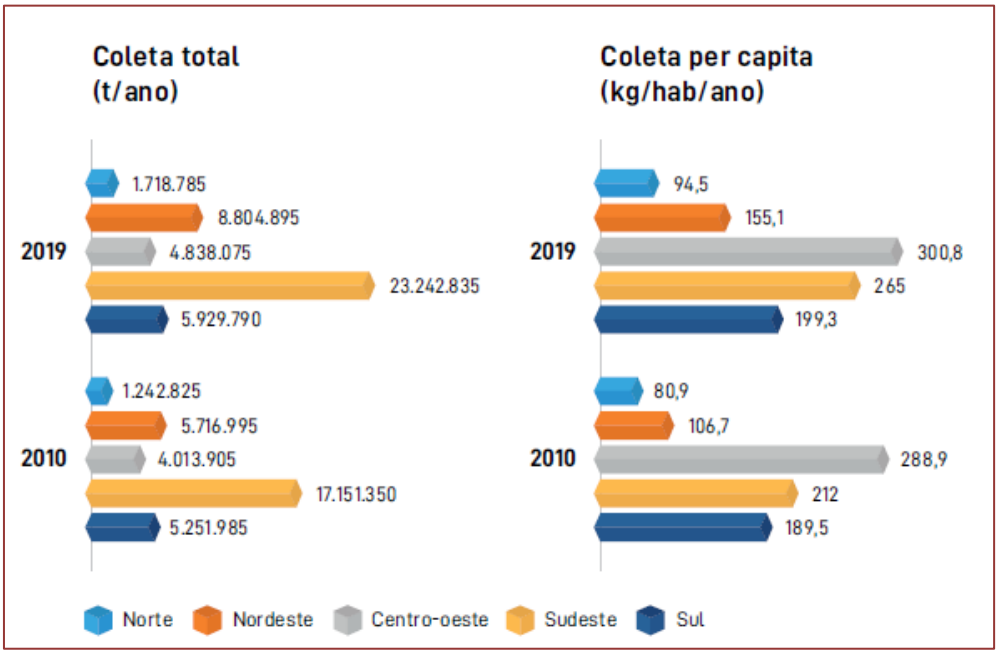


Fonte: ABRELPE, 2020.

O gráfico expressa o crescimento do RCD, acerca dos municípios brasileiros, o que significa um aumento de 34,84% de 2010 em relação a 2019.

Há um aumento significativo quando se trata das regiões brasileira de acordo ABRELPE (2020), como observado no gráfico 2 a seguir:

Gráfico 2: Coleta de RCD pelos municípios nas regiões.



Fonte: ABRELPE, 2020.

O gráfico mostrar a região norte no ano de 2010 com 1.242.825 (t/ano), e no ano de 2019 1.718.785 (t/ano), mostra que a região norte aumentou cerca 38,29%, em relação

ao ano de 2010 (ABRELPE, 2020). Dos 5.564 municípios brasileiros 4.031 (72,45%) apresentam algum manejo de RCD enquanto 1.533 (27.55%) não contam com nenhum (BRUNO, 2016). É evidente que alguns municípios não contam com políticas públicas de coleta do RCD e está deficiência ainda penduram nos dias atuais.

Para Bruno, (2016, p.29), a soma dos municípios que depositam os RCD é alta, cerca de 75% apontando para a grande necessidade de uma melhor gestão dos mesmos, o que dá sinais da força remanescente da realidade do descarte irregular, no entanto, em números absolutos também é relevante o quantitativo dos municípios que potencial de recuperação cerca de 35% representando massa considerável. Segundo Valença (2008) as características das empresas responsáveis pela coleta e transporte de RCD vêm se modificando gradativamente, buscando acompanhar a demanda por serviços de tratamento e a última arrecadação. Os critérios de coleta dos resíduos têm a finalidades de solucionar um problema que cada vez está crescendo nas cidades brasileiras na forma de dá um destino ou aproveitamento dos entulhos. É grande a variedade dos equipamentos de coleta, que vai desde carroças de tração animal até caminhões do tipo poliguindaste. Além do mais, a coleta dos RCD por meio de caçambas metálicas é uma prática comum nas cidades brasileiras, além de facilitar as etapas de coleta e transporte.

Na maioria das cidades brasileiras, o RCD é coletado da obra e disposto clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e nas ruas, forma irregular de depósito dos resíduos. É importante salientar que as prefeituras comprometem recursos destinados a outras finalidades nem sempre mensuráveis, para a remoção desses resíduos, tanto há o trabalho de retirar quanto limpar a margem de um rio, galerias e desassorear o leito de córregos onde o material termina por se depositar.

No ano de 2004 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), editou normas a implantação da gestão sustentável dos RCD,s criando NBRs para tentar solucionar a retirada e acomodação dos detritos.

Normas técnicas relacionadas à gestão de resíduos da demolição e construção

Norma	Objeto	Abordagem
NBR 15.112:2004	Resíduos da construção civil e volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Manejo urbano
NBR 15.113:2004	Resíduos da construção civil e inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Manejo urbano
NBR 15.114:2004	Resíduos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Manejo urbano
NBR 15.115:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.	Uso dos agregados reciclados
NBR 15.116:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.	Uso dos agregados reciclados

Fonte: Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), 2016.

Neste sentido, foram estabelecidos instrumentos que favoreceram a acrescente participação da iniciativa privada e a expansão do mercado de agregados, para a coleta ter um destino definitivo de forma que os custo de transporte para o despojamento contribui de forma decisiva para o implante de recicladoras.

4.2. IDENTIFICAR OS OBSTÁCULOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE COLETA DE RCD NA CIDADE DE MANAUS, POR MEIO DE ANÁLISE DE CRITÉRIO DE IMPLEMENTAÇÃO

Nesta etapa delineou a revisão de literatura com base em trabalhos publicados (artigos, teses e sites) selecionados na perspectiva de identificar os obstáculos para a implementação de um sistema de coleta de RCD na cidade.

Manaus uma cidade em constante crescimento, tanto de estruturas quantos de pessoas, nos últimos 10 anos, a população de Manaus cresceu 25% (IBGE, 2021). E junto com este crescimento que aparecem os problemas, um desse centra no RCD.

Neste sentido, uma somatória de empresas de construção na cidade duplicou de 2009 a 2018. E com esse aumento de empresas consequentemente há um aumento de produtividade na cadeia de construção, aí perguntamos onde vai parar os resíduos? Como é feita a arrecadação e transporte? Sendo que 40% do RCD produzido nas obras são provenientes de fundação, e 60% do RCD gerado direciona para a alvenaria/acabamento (CRUZ, 2018).

Manaus não contam com um sistema organizado para o recolhimento, tratamento, disposição ou reciclagem de RCD. Para a realização das obras do PROSAMIM , foram licenciados dois aterros de inertes em Manaus. Para a demolição do estádio Vivaldo Lima, foi instalado um britador/classificador para os RCD oriundos do empreendimento. Entretanto, ao término das obras, os equipamentos foram removidos e os sistemas desativados (AMAZONAS, 2017). Se não possuir uma empresa especializada em RCD regularizada pelo estado, então os serviços são realizados por empresas de pequeno porte, a arrecadação e transporte. O problema nisso tudo, é onde são dispostos esses materiais, para o aterro não vai, como não tem uma área legal para receber esses rejeitos, então a única forma é depositar em áreas clandestinas.

Neste sentido as principais agências governamentais do mundo buscam incessantemente soluções para a gênese do RCD, um problema que vem se ampliando ao longo dos anos, em virtude do crescimento da indústria da construção nos países desenvolvidos e em desenvolvimento? (OLIVEIRA, 2021, p.6). Em Manaus a uma grande preocupação em relação ao descarte dos restos derivadas de construção, principalmente dos grandes produtores de resíduos que por muitas vezes não tem uma logística de destinação destes resíduos dependendo de terceiros para realizar os descartes.

Atualmente, 44 empresas possuem autorização para transporte e descarte de lixo no aterro de Manaus. Entre essas empresas, encontram-se geradores, transportadores e segregadores. Elas oferecem serviços de segregação manual de materiais para reciclagem e uso como material de aterro. Trata-se de uma atividade de baixo valor agregado e pouca sofisticação tecnológica (AMAZONAS, 2017). Fica evidente com a diversidade de empresas, porém nenhuma é especializada em RCD e da mesma forma não possui interesse do estado na implantação de políticas públicas para o destino certo destes resíduos que muitos materiais que conseguem ser reaproveitado em outros empreendimentos.

Para Cruz (2018, p.13), a geração do RCD,s como seu armazenamento e, posteriormente, a sua coleta pelas empresas coletoras de entulho. E evidente nesse processo de destinação do RCD, e que as firmas que são pagas pelas construtoras para realizar a retirada desses resíduos, somente realizam uma seleção no material que não é rentável economicamente para as coletoras é designado a um espaço destinado à deposição final.

Perante a coleta a uma preocupação da construtora logo que tem que sair esses resíduos do campo de trabalho, mas em contrapartida deve-se ter uma preocupação ambiental, dessa forma a função tem interesse econômico, quando as construtoras terceirizam a coleta de destinação dos resíduos.

Em pesquisa relativa a uma empresa coletora de RCD em Manaus, cerca de 50% do material é de demolição (alvenaria), 30% de concreto, 10% madeira e papelão, 5% de latas de tintas e solventes, e 5% de metais e gesso. Estes são transportados para o depósito da empresa, e depois de selecionados superficialmente, cerca de 60% destes são direcionados a locais inapropriados (OLIVEIRA, 2021, p.34). Conrrobando com a autora dos 50% dos RCD 45% são reutilizáveis, podendo serem utilizados em outras construções, ou até mesmo servir para outras finalidades (o exemplo da madeira com serventia para obra de arte, outras construções, reforma etc). Segundo Oliveira (2021, p.35), em virtude da proibição de despejo de RCD no aterro público de Manaus, as grandes construtoras utilizam os canteiros de obra para aplicar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRSCC), obrigatório para o licenciamento ambiental das obras, para ações de boas práticas, como o reaproveitamento e reutilização de materiais. Neste sentido torna-se obrigatório apresentar um plano de gerenciamento de resíduos para o licenciamento ambiental, em virtude de o aterro sanitário não receber mais RCD.

Logo esse cenário de gestão desadequada dos RCD na cidade acaba sendo um reflexo da necessidade de intervenção, não apenas do Governo, mas de toda a comunidade profissional de engenharia, visto que, é sim responsabilidade social e empresarial, garantir a reutilização ou reaproveitamento desses materiais, e também o seu descarte adequado. Dessa caracterização foi prováveis observar que os principais materiais presentes nos RCD produzidos em Manaus são a madeira e o papel, que são encaminhados para valorização energética. Assim dentre os RCD produzidos, apenas o metal é comercializado e reciclado de forma adequada. Outros resíduos, como plástico e entulhos, são descartados através de empresas terceirizadas (OLIVEIRA, 2021, p.35-83).

A Lei 001/2010 considera grandes geradores de resíduos os estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, entre outros, que geram resíduos classificados pela NBR 10004 como Classe II, em volume superior a 200 litros diários e ainda os estabelecimentos geradores de Resíduos Sólidos da Construção em volume superior a 50kg diários. Os pequenos geradores de RCD,s após agendamento da coleta programada deverá realizar a disposição fracionada e acondicionada em sacos próprios de 50kg, conforme estabelecido na legislação aplicada (SEMUSP, 2022). Cabe ao município a competência da coleta de dejetos de pequenos geradores, enquanto aos grandes geradores a responsabilidade de coleta e transporte dos volumes que produz. Não havendo a realização de coleta seletiva de RCD na cidade.

A Resolução estabelece ainda a obrigatoriedade da implementação de um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil para os Municípios. Esse Plano deverá adotar soluções diferenciadas para os pequenos volumes, de

responsabilidade do poder público municipal, e para os grandes volumes, de responsabilidade privada. Desta forma, deverá ser elaborado o Termo de Referência de Gerenciamento de RCD contendo as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos e grandes geradores e transportadores que ainda deverão ser definidas, licenciadas e disponibilizadas áreas de manejo para os RCD, dentro do prazo estipulado (SEMUSP, 2022).

A administração de RCD em Manaus demonstraram claramente que há falta de fiscalização do governo local relativamente à deposição dos resíduos em aterros clandestinos, apesar da legislação Brasileira coibir este tipo de prática que afeta a atmosfera na cidade, através da contaminação da água e do solo. Para agravar a situação, o aterro sanitário público de Manaus não aceita descarte de RCD e não possui uma organização de coleta e segregação para reciclagem, que agregaria valor comercial para os resíduos com potencial de reutilização/reciclagem. Por último, é de se salientar o papel da Prefeitura de Manaus na promoção da gestão adequada dos RCD produzidos na cidade (OLIVEIRA, 2021, p.85-86). Nesse pressuposto, é viável o incentivo de troca e venda dos materiais com potencial de reutilização ou reciclagem assim inibindo os aterros clandestinos de RCD.

A coleta de RCD em Manaus em relação a outras regiões que tem disposto na sua localidade a coleta são muito distintas, enquanto a protocolização em se tratando de legislação em Manaus não se seguir, o poder público não cobrar, e além de não cobrar na cidade a coleta quanto o transporte é realizado pelas pequenas empresas, muitas destas empresas não tem cadastro na secretaria de limpeza pública urbana, assim colocando os resíduos em localidades clandestinas (terrenos baldios).

Manaus tem que seguir o exemplo de Belo Horizonte, primeira cidade a adotar o sistema de tratamento de RCD do Brasil. Este sistema em Belo Horizonte teve início no ano de 1993 com um diagnóstico realizado que quantificou o princípio de entulhos nas construções na época (3.000 t/dia de resíduos provenientes da construção, estimou em 900 t/dia a proporção de dejetos com características recicláveis e foram detectados 134 pontos de deposição clandestina (PEREIRA; MORAES, 2012).

Belo Horizonte no ano de 1993 tinha mais de dois milhões de habitantes, e os gestores tinha uma visão de que quanto mais a cidade cresce, mais aumenta a produtividade em consequência multiplica-se os rejeitos provenientes da construção, segundo o autor na época fora detectado 134 pontos de deposição clandestinas para uma cidade em desenvolvimento é muito pontos sem fiscalização, gerando um grande impacto no meio ambiente.

Para solucionar esse problema a gestão da cidade fez um projeto piloto que contemplava a fundação de três redes de áreas para recuperação e processamento de resíduos e o desenvolvimento de três subprogramas de ação. O programa salientava a importância da localização geográfica das instalações, que devem estar mais próximas das regiões geradoras de resíduos para otimizar o fluxo de transporte de entulho na área urbana e facilitar a correção de práticas errôneas de deposição verificadas junto aos mesmos locais de maior geração e de também contarem com a adesão da população do entorno ao programa (PEREIRA; MORAES, 2012).

Para o desenvolvimento do projeto a gestão pensou em desafogar a cidade dos rejeitos, então cada ponto, e cada programa foi pensado na tratativa de solucionar o problema, a localização geográfica, os pontos de coleta próximos das construções, o transporte na forma de otimizar a retira dos rejeitos sem atrapalhar o fluxo da cidade.

Diante disto, foi implantado o Programa para a Correção das Deposições e Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, com o objetivo de corrigir os problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada e clandestina RCD,s na malha urbana. Este projeto visava não só a criação de mecanismos apropriados que incentivassem a deposição correta dos resíduos como também a recuperação das áreas urbanas degradadas por meio de mecanismos fiscalizatórios e da utilização, nessas mesmas áreas e adjacências, de componentes construtivos e de urbanização, fabricados com base nos insumos obtidos do entulho reciclado (PEREIRA; MORAES ,2012).

O estudo a respeito da implantação do projeto foram tão minuciosos que as fases do projeto deram continuidade nos programas, com a perspectiva de corrigir os problemas ambientais urbanos e recuperação das áreas degradadas e fiscalização na deposição dos rejeitos.

Neste contexto, o gerenciamento de resíduos em Belo Horizonte passou a estabelecer princípios que garantissem consistência com o desenvolvimento sustentável. E a partir de 1993, a SLU implantou, um sistema de manejo diferenciado de tratamento RCD,s no município. Com o funcionamento bem-sucedido da primeira estação, assim, em 1996, foi implantada a Estação de Reciclagem de Entulho Pampulha. E em 2006 foi implantada a terceira Estação na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos na BR 040 (PINTO, 1999).

Fazendo uma comparação entre as duas cidades, Manaus está longe de seguir o exemplo de Belo Horizonte. O ponto principal centra em políticas públicas, enquanto BH está pensando na reciclagem e reaproveitamento dos RCD, visto que, 90% dos rejeitos são reutilizáveis, além de diminuir os impactos ambientais gera renda para outras famílias, é isso só e feita através de políticas públicas e uma gestão empenhada em contribuir para uma cidade do amanhã.

4.3. ESTABELECER AS MEDIDAS DE ADEQUAÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE COLETA DE RCD NA CIDADE DE MANAUS POR MEIO DE ANALISE DOCUMENTAL

A etapa centralizou na identificação das medidas de adequação a implantação de sistemas adequados de coleta de RCD, por meio de critérios de implantação de outras cidades. Para este desenvolvimento buscou-se a pesquisa bibliográfica em teses, artigos e sites, com levantamento de dados das cidades onde há coleta de RCD.

Nos últimos anos, os RCD têm merecido especial atenção na busca formas de não apenas reduzir a sua geração, como também viabilizar o reaproveitamento. Devido à crescente conscientização do desenvolvimento sustentável, o manejo e reciclagem dos RCD passou a se tornar mais evidente para a sociedade, estimulando os governantes a implementarem políticas públicas voltadas à gestão e gerenciamento dos resíduos.

Um exemplo disto e a Usina de Reciclagem de RCD de São Carlos-SP, a Usina de Reciclagem de resíduos da construção e demolição na cidade de São Carlos tem proporcionado benefícios significativos para a cidade, concebendo um marco no desenvolvimento sustentável da região e se tornando o ponto de partida para a transformação do resíduo gerado em obras de construção. A Usina de Reciclagem de Entulho de São Carlos (URESC) foi instalada em outubro de 2005 através de um projeto desenvolvido pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia e Progresso de Habitação de São Carlos (Prohab]]). A finalidade da Usina era

acabar com a aglomeração de RCD que ficavam depositados em Córregos, nascentes e áreas verdes, além de permitir a transformação de um enorme concentrado de RCD em agregados (PROHAB, 2022).

A Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção de São Carlos possui capacidade de produção. A CAPACIDADE DE PRODUÇÃO na triagem/britagem é de 20 ton/h – 8h/dia, totalizando 160 ton/dia, uma quantidade bem próxima da geração do município (250 t/dia), levando em conta que somente os resíduos RCD serão transbordados no pátio de triagem da Usina (PROHAB, 2022). os materiais chegam à usina onde são realizados a triagem inicial e logo após a classificação dos materiais. Isso decorre amparado pela Lei 13.867, municipal de São Carlos-SP.

Outro exemplo a ser seguido e a Usina de Reciclagem de RCC de Uberlândia/MG, o descarte de RCD é feito através das diretrizes da Lei Municipal 7.074/98. Segundo esta Lei, as áreas escolhidas (públicas ou privadas) pelo Município são de responsabilidade da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e devem obedecer aos seguintes critérios (FREITAS, 2009):

- a existência de locais viciados; áreas institucionais;
- distância razoável de residências;
- possuir topografia plana;
- grande produção de entulho no bairro.

As Centrais de Entulho têm como papel importante na disposição temporária que posteriormente são encaminhadas a um local de disposição final. Cada Central de Uberlândia tem capacidade para o recebimento de 226,27 T/dia de entulhos. O manejo deste tipo de resíduo]] é direcionado para [[áreas de erosão do Município, onde todo o material recolhido é destinado ao aterramento. Em Uberlândia, ainda falta à implantação de um trabalho de conscientização pelo SINDUSCON junto às empresas construtoras no que cabe à redução de desperdícios de materiais, e junto às empresas recolhedoras de entulho, no que se refere à disposição de caçambas dentro dos parâmetros legais (FREITAS, 2009).

É importante ressalta que os resíduos, após o beneficiamento, são transferidos para a fábrica]] do Programa de Sustentabilidade Ambiental e Social, onde são produzidos blocos, canaletas, pisos de concreto para pavimentação. [[Além de beneficiar o meio ambiente com a preservação dos rios e áreas verdes, o projeto volta [[também para a inclusão social, visto que, os materiais são trabalhados pelos reeducando do Município.

Centrado no objetivo deste estudo, voltado para a Manaus a viabilidade de um sistema de coleta de RCD. Segundo Sanches (2016), as práticas de geração, transporte e destinação de (RCD) na cidade recomendar melhorias do gerenciamento e tratamento dos resíduos na capital. Neste caso e preciso recomendar uma Parceria Pública/Privada (PPP), para a implementação de uma Usina de Tratamento (UT) de RCD, com a finalidade de dar a destinação adequada aos resíduos de obras.

Neste contexto, como na cidade não consta nenhum programa de gerenciamento de resíduos, faz-se necessário iniciar o projeto do zero, os pontos de coleta, quem vai fazer essa coleta, onde vai ser recebido esse material, e quem vai receber, quantos as áreas degradadas. São muitas perguntas e duvidas que podem ser respondidas quando meramente sair do projeto e bota para fazer.

O pesquisador e mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Stefan Friedrich Keppler, disse que as empresas elaboram o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC) para cada empreendimento, no qual está descrito a quantidade de RCD e o que será feito com os resíduos. Projeto indica solução para RCD,s em Manaus, a implementação das recomendações do projeto permitiria o aumento do tempo de vida do aterro sanitário da cidade.

De acordo com Keppler, os geradores pagam um alto preço para a única destinação regular dos RCD no Aterro Sanitário de Manaus, estimado em R$ 1 milhão por mês. A proposta parte dos fatos de que o privado precisa dar destino legal aos resíduos de obras e o público ganha também, pois estará economizando na coleta de colocações clandestinas de RCD em diversos pontos da cidade. O estudo no qual foi proposto dividiu-se em três pontos: a comunicação entre os três órgãos responsáveis; a instalação de uma Usina de Tratamento de Resíduos (UTR); e o terceiro ponto é a questão de resíduos perigosos, por conta da contaminação do meio ambiente (FAPEAM, 2016).

Para os pesquisadores, UTRs já são utilizadas em diversos munícipios no Estado de São Paulo e vêm demonstrando resultados de economia monetária acima de 30%. A implementação de coleta descentralizada e processamento de RCD em UTR seria uma urgente solução dos problemas dos Resíduos em Manaus.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do objetivo geral deste estudo, onde foi feita análise da viabilidade da implantação da coleta de RCD em Manaus, por meio de analises de critérios de implementação estabelecendo as medidas mitigadoras. Para este ponto os objetivos foram alcançados, visto que, a cidade precisa urgente de políticas públicas que visem a melhoria da problemática, um projeto de intervenção com pontos de coletas para receber os entulhos além de parceria público-privada na perspectiva de melhoria, destinação e depósito dos rejeitos. Além de implantação de URT,s com isso geraria trabalho, renda e reaproveitamento dos resíduos.

Este estudo mostrou que na maioria dos municípios brasileiros não a manejo de RCD e Manaus ainda não há manejo dos seus RCD,s, de acordo com as diretrizes preconizadas pela Resolução nº 307/2002 do Conama. Em contrapartidas as empresas devem possuírem plano de gerenciamento de resíduos da construção, tornando obrigatório para a licença ambiental. Aos poucos gestores responsáveis têm ciência da importância do gerenciamento desses resíduos.

E evidente nesse processo de destinação do RCD, cerca dos quais 50% é de alvenaria, 30% de concreto, 10% madeira, 5% tintas e solventes, e 5% de metais são geridos na construção. As empresas terceirizadas que são pagas pelas construtoras para realizar a retirada dos resíduos, somente separam uma parte da seleção do material, ou seja, apenas o que daria para ser reutilizados, o restante é despejado.

Em virtude da proibição de despejo de RCD no aterro sanitário de Manaus, as grandes construtoras utilizam os canteiros de obra para aplicar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRSCC), para ações de boas práticas, como reutilização do RCD. Assim dentre os RCD produzidos, apenas o metal é comercializado e reciclado de forma adequada.

Neste sentido é importante salientar, segundo SEMUSP Manaus, apenas os pequenos geradores (RCD) após agendamento da coleta programada realizar a retirada dos resíduos, cabendo ao município a competência da coleta dos pequenos geradores, enquanto aos grandes geradores a responsabilidade de coleta e transporte dos volumes que produz.

Manaus encontra-se parada no tempo questão do RCDl, pois em vários estados já existem locais conveniente para o descarte e reciclagem do RCD, um exemplo, no município de São Carlos onde cerca de 20 toneladas são destinadas para beneficiamento por dia. Em Uberlândia, cerca de 226,27 T/dia de entulhos são reutilizados para diversas finalidades. Manaus necessita de políticas públicas, voltadas para a diminuir os desperdícios com materiais, assim reduzindo os gastos, ganhando os dois lados público e privado. Neste sentido, Manaus deveria implantar uma usina de beneficiamento de RCD, resolveria os problemas, seria solução para resíduo aprofundadas soluções para reciclagem ou reutilizações destes materiais.

REFERÊNCIAS

[1] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004 Classificação de resíduos sólidos. 2 ed. Editada em 31 de maio de 2004. Versão válida a partir de 30/11/2014.

[2] ABRECON - Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. Programa Setorial 2014/2015. Disponível em: <http://www.abrecon.org.br/relatorio-pesquisa-setorial-20142015/ >. Acesso em 06/05 de 2022.

[3] ABRELP. (2020). Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020. São Paulo: Abrelpe. Disponível em: https://abrelpe.org.br/panorama-2020/ Acesso em 7 de maio de 2022.

[4] AGÊNCIA Estado. Prefeitura de SP conclui demolição do Edifício São Vito. Último segundo Brasil. [S.l.] Mai/2011. Disponível em: Acesso em 08/05 de 2022.

[5] AMAZONAS. Secretaria de Meio ambiente. Plano de resíduos e coleta seletiva da região metropolitana de Manaus. Manaus. 2017. http://www.meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Revista-Residuos-Solidos-Completa.pdf. Acesso em 06/05 de 2022.

[6] IBAMA. Resolução n. 307, de cinco de julho de 2002. http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=108894> Acesso em 06/05 de 2022.

[7] BRUNO, Graziela de Almeida. Gestão de resíduos sólidos da construção civil o cenário da reciclagem de resíduo classe “a” no brasil. Rio de Janeiro 2016. http://www.etu.ufrj.br/files/estudostecnicos/gestaoDeResiduosSolidosDaConstrucaoCivil3/MONO_GRAZI_GIRCC_FINAL.pdf . Acesso em 06/05 de 2022.

[8] CRUZ, Zozimere do Carmo da Silva. Os Resíduos Sólidos da Construção Civil na Cidade de Manaus. Dezembro/2018. https://ipog.edu.br/wp-content/uploads/2020/12/zozimere-do-carmo-da-silva-171310195.pdf. Acesso em 08/05 de 2022.

[9] FAPEAM. Projeto indica solução para resíduos de construção e demolição na cidade de Manaus. http://www.fapeam.am.gov.br/solucao-para-residuos-de-construcao-e-demolicao-em-manaus/. Acesso em 6 de maio de 2022.

[10] FREITAS, Isabela Mauricio. Os Resíduos de Construção Civil no Município de Araraquara/Sp. ARARAQUARA – SP 2009. https://www.uniara.com.br/arquivos/file/cursos /mestrado/desenvolvimento_regional_meio_ambiente/dissertacoes/2009/isabela-mauricio-freitas.pdf. Acesso em 20/05 de 2022.

[11] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Portal Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 10/05 de 2022.

[12] JOHN, V. M. (2000). Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 120p. Tese (Livre-docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

[13] LEVY, S. M. Materiais reciclados na construção civil. In: Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: Ibracon, 2007. cap. 49, p.1629 - 1657.

[14] MANAUS. Lei Complementar n. 001/2010, de 18 de outubro de 2010. DISPÕE sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de Manaus; autoriza o Poder Público a delegar a execução dos serviços públicos mediante concessão ou permissão; institui a Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares – TRSD, a Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde – TRSS e dá outras providências.

[15] NAGALLI, André. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8779/1/Res%C 3%ADduos %20de%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20e%20Demoli%C3%A7%C3%A3o%20-%20Uma%20ªbor dagem%20do%20Assunto%20e%20a%20Situa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Munic%C3%ADpio%20d e%20Florian%C3%B3polis.pdf> Acesso em 10/06 de 2022.

[16] OLIVEIRA, Maria do Perpétuo Socorro Lamêgo. Desenvolvimento de Estratégias para a Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Município de Manaus (Amazonas-Brasil) com Base no Conceito de Economia Circular. Universidade Fernando Pessoa, Porto- 2021.

[17] PATINO, Cecilia Maria. FERREIRA, Juliana Carvalho. Critérios de inclusão e exclusão em estudos de pesquisa: definições e por que eles importam. Bras. Pneumol. 2018. https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/LV6rLNpPZsVFZ7mBqnzjkXD/?lang=pt&format=pdf>Acesso em:08 de jun.2022.

[18] PEREIRA, Priscila Maria Santiago. MORAES, Renato de Oliveira. O programa de manejo diferenciado e reciclagem de resíduos da prefeitura de belo horizonte. São Paulo, 2012. https://www.researchgate.net/publication/276185670 > Acesso em:10 de jun.2022.

[19] PINTO, T. P., GONZÁLES, J. L. R. (Coord.). Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil. Brasília, 2005.

[20] PINTO, Tarcísio de Paula. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999. 189p. http://casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf> Acesso em 08/06 de 2022.

[21] PROHAB-SÃO CARLOS. Lei n. 13.867, de 12 de setembro de 2006. Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e o sistema para gestão destes resíduos e dá outras providências. São Carlos, SP, 2006. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-carlos/lei-ordinaria/2006/1386/13867/leiordinaria-n-13867-2006-institui-o-plano-integrado-de-gerencia mento-de-residuos-da-construcao-civil-e-osistema-para-a-gestao-destes-residuos-e-da-outras-providencias. Acesso em 10/06 de 2022.

[22] SANTANA, V. M. et al. Utilização de concreto reciclado na aplicação de elementos estruturais. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós Graduação, ed. XV. Anais do XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós Graduação. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2011.

[23] SILVA, Edna Lúcia da. e MENEZES, Estera M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf> Acesso em:08 de jun.2022.

[24] VALENÇA, M. Z. – O Papel das Empresas de Coleta e Transporte na Gestão Integrada e Sustentável dos Resíduos da Construção Civil na Cidade do Recife: o que mudou com a resolução CONAMA 307/2002 – Curitiba, 2007.

Capítulo 10

Análise da influência da trabalhabilidade na resistência de paredes de concreto no Residencial Smart Vista do Sol 2

Jocifran de Oliveira Rodrigues Junior

Resumo: Este artigo visa apresentar o concreto como material de construção executando paredes de concreto trazendo considerações sobre a sua origem, tipos de composições, trabalhabilidade e vida útil, apresentando também conceitos sobre a sua aplicabilidade em estruturas de concreto armado descrevendo de forma superficial as suas principais características. Com a explosão da crise dos EUA em 2008, viu-se a necessidade de alavancar a construção civil em âmbito nacional, concomitantemente a esta demanda, surgiu a ideia de implementar as paredes de concreto como método construtivo de edifícios, casas e até pequenos bairros, visando conter e erradicar o déficit habitacional. O concreto é o principal material de construção utilizado na atualidade e quando associado a uma estrutura essa importância torna-se maior ante as diversas aplicações e da resistência que passa a adquirir. Visando determinar a alteração no desempenho obtida por concretos que possuem diferença em suas respectivas trabalhabilidades, esta pesquisa busca os resultados obtidos através do acompanhamento in loco na obra residencial Smart Vista do Sol 2 da utilização do concreto, ensaios realizados no material antes de sua aplicação, além da constatação de suas diferenças através de seus resultados de resistência. Através da análise de laudos disponibilizados pelas concreteiras fornecedoras do material bem como de um laboratório terceirizado especializado, constatar se o desempenho final do material utilizado para execução das paredes de concreto é influenciado por sua respectiva trabalhabilidade.

Palavras-chave: Concreto. Trabalhabilidade. Paredes de concreto.

1. INTRODUÇÃO

A crise econômica de 2008, iniciada nos EUA e que influenciou a economia ao redor de todo o globo fez com que os governos capitalistas buscassem métodos de combate ao desemprego e a redução no crescimento econômico, o Brasil inicialmente não sofreu um grande impacto com a crise americana, mas os inúmeros setores ligados às exportações sentiram as consequências (FOLHA ONLINE, 2009).

O governo federal buscou métodos de controle e expansão econômica em meio à crise que assolava o mundo, uma das principais medidas foi o investimento no setor da construção civil já que nacionalmente é um setor com alto grau de impacto no desenvolvimento social sendo muito representativo para a economia, portanto, no entendimento dos administradores brasileiros, se este setor voltasse a crescer o país voltaria ao caminho do crescimento econômico. (ROMANELLI, 2009)

Com a busca de acelerar o setor construtivo no Brasil, o governo federal lançou o programa "Minha Casa, Minha Vida" com o intuito de construir cerca de 1 milhão de casas populares em 2 anos. (MINHACASAMINHAVIDA, 2009)

Sendo assim, naquele momento buscaram-se métodos construtivos que visassem padronizar e produzir em larga escala, mantendo a qualidade e economia dos processos, em outras palavras o objetivo era industrializar a construção civil. As paredes de concreto apareceram como a alternativa principal, já que atende todos os requisitos de produção em massa, sendo este o sistema utilizado para erradicar o déficit habitacional do México, e é muito utilizado no Chile e na Colômbia. (JUSTUS, 2009; ABCP, 2007)

Parede de Concreto é um sistema construtivo que passa uma visão de maior solidez estrutural e segurança da edificação, em que a estrutura e a vedação são formadas por um único elemento: a parede de concreto. Este foi o sistema construtivo adotado para a execução do residencial Smart Vista do Sol 2, e conta com a utilização de concretos que possuem diferentes trabalhabilidades, através de ensaios realizados em corpos de prova de concretos fornecidos por diferentes empresas (e consequentemente possuindo aspectos de traço e trabalhabilidade diferentes) foram analisadas suas respectivas características e como estas podem impactar diretamente no desempenho final das edificações quando submetidos a cargas de compressão.

Com a crescente utilização das paredes de concreto para a construção de pequenos, grandes empreendimentos e até pequenos bairros, faz-se necessário ainda mais estudos com o intuito de se aprofundar no tema, oferecendo dados estatísticos, análises e indicações que facilitem o entendimento deste sistema construtivo. Através da realização deste estudo de caso foi possível constatar a importância do tema no atual cenário da construção civil no país, que demanda cada vez mais a produção em larga escala e padronização.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. UTILIZAÇÃO DO CONCRETO ARMADO EM PAREDES NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

O concreto se tornou um dos principais materiais de construção utilizados no meio da engenharia civil, adotado não somente no Brasil, mas também em diversos lugares do globo. Como descreve Tibério Andrade "O uso do concreto armado, no Brasil, iniciou-se

no começo do século XX e foi intensificado a partir da década de 50, fruto do crescente êxodo rural de pessoas migrando para as capitais em busca de melhores oportunidades.”.

Visto isso, obviamente os estudos referentes a este insumo foram sendo cada vez mais importantes, levando em consideração suas características e aplicações dentro da construção civil. As paredes de concreto se tornaram um dos meios mais eficientes para a elevação rápida de edificações, variando de pequenas a grandes estruturas.

Com a crescente busca dos melhores materiais para elevar a qualidade dos empreendimentos, este estudo mostra a diferença do desempenho final de concretos com características diferentes de trabalhabilidade.

2.2. EXECUÇÃO DAS PAREDES DE CONCRETO

A utilização das paredes de concreto no Brasil cresceu em larga escala nos últimos anos, evidentemente, eleva-se também a necessidade de informação a respeito do tema. Neste estudo de caso, foi possível analisar o desempenho do principal material responsável por este método de construção (juntamente com o aço) de acordo com suas características e como estas podem influenciar em seu resultado final.

Este método construtivo é caracterizado por sua praticidade e eficiência, visto que é possível utilizar o método de produção em série, o que diminui o tempo necessário para a execução dos processos que compõem o resultado final do empreendimento.

Com relação a parede de concreto moldado in loco, (Revista Téchne, 2009,01) “O sistema construtivo de paredes de concreto é um método de construção racionalizado que oferece produtividade, qualidade e economia de escala quando o desafio é a redução do déficit habitacional. O sistema possibilita a construção de casas térreas, assobradadas, edifícios de até cinco pavimentos padrão, edifícios de oito pavimentos padrão com esforços de compressão, de até 30 pavimentos padrão e com mais de 30 pavimentos.”

Conforme se apresentam os históricos deste método construtivo, a utilização das paredes de concreto tornou-se popular exatamente pelas suas características de padronização e produção em larga escala facilmente atendida. Obviamente a crise econômica tornou ainda mais forte a necessidade de a construção civil voltar crescer, buscando eliminar o déficit habitacional e impulsionar a economia.

De acordo com PARRINI E SILVA, 2015 “O sistema construtivo parede de concreto é um método que utiliza fôrmas que são montadas no local da obra com a respectiva armadura, depois preenchidas com concreto auto adensável, já com as instalações hidráulicas e elétricas embutidas. Sua principal característica é que a vedação e a estrutura constituem um único elemento, a estrutura monolítica.”

Este é o método construtivo utilizado no empreendimento deste estudo de caso, podemos descrevê-lo com o método utilizado na construção civil que mais se aproxima com a produção em série que caracteriza grandes empresas dos distritos industriais, pela velocidade, praticidade e eficiência em sua execução.

Figura 1. Execução das paredes de concreto no empreendimento Vista do Sol 2

Fonte: Autoria própria (2022)

Ainda de acordo com PARRINI E SILVA, 2015 “Além da velocidade e da economia de custos, o sistema Parede de Concreto reduz o desperdício e elimina algumas etapas construtivas da obra. No sistema de alvenaria convencional, depois de erguida a casa, as paredes têm que ser quebradas para as instalações hidráulicas e elétricas serem colocadas. Como no sistema parede de concreto as instalações já vêm embutidas, o desperdício de mão de obra com estes retrabalhos é eliminado. Essa quebra nas paredes no sistema de alvenaria convencional para serem colocadas as instalações, gera desperdício, que por sua vez se transforma em resíduos”. No sistema Parede de Concreto o desperdício é mínimo em relação à alvenaria convencional, pois gera 80% menos resíduos. (VALOR ECONÔMICO, 2009)

2.3. UTILIZAÇÃO DE CONCRETOS COM DIFERENTES TRABALHABILIDADES NA OBRA VISTA DO SOL 2

O objeto deste estudo foi a utilização de concreto com diferentes trabalhabilidades na obra residencial Vista do Sol 2, a qual possui 9 blocos de 5 pavimentos e utiliza como método construtivo as paredes de concreto.

Figura 2. Imagem de drone do empreendimento Vista do Sol 2

Fonte: Autoria própria (2022)

Devido a percalços durante a execução desta obra, foi necessária a contratação de 3 fornecedoras diferentes de concreto para a execução da estrutura. A empresa 01 (a qual faz parte do mesmo grupo da incorporadora) forneceu majoritariamente o concreto durante a obra, porém devida a paralisação de suas atividades durante certo período foi necessária a execução das paredes de concreto com as fornecedoras 02 e 03.

Evidentemente, cada fornecedora possui diferentes características para elaboração do traço de concreto, controles de seus processos, diferentes marcas de materiais que compõem a fabricação de concreto, portanto, é inevitável a diferença de consistência entre seus produtos finais.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esta pesquisa será realizada através da abordagem prática do tema, com análise e fundamentação de resultados obtidos *in loco*, objetivando-se em mostrar descritivamente averiguação feita nas obras do Smart Vista do Sol 2, com abordagem mista do tema, possibilitando melhor elucidação dos resultados de natureza aplicada na obra em questão.

Figura 3. Fluxograma das etapas da pesquisa

Fonte: Autoria própria (2022)

3.1. ESTUDO DE CASO

Este artigo fundamenta-se nos resultados obtidos através do acompanhamento in loco da utilização do concreto em paredes estruturais em prédio com 5 pavimentos, na obra do condomínio Smart Vista do Sol, da incorporadora Morar Mais, localizada na Rua Ilha Oregon, nº 81, bairro Lírio do Vale. A escolha deste se deve à facilidade da visualização em tempo real dos resultados obtidos através da utilização do material desta pesquisa.

3.2. ACOMPANHAMENTO IN LOCO DA APLICABILIDADE DO CONCRETO

A utilização do concreto no empreendimento descrito foi controlada pela equipe de engenharia da obra (em cada concretagem havia presente pelo menos um integrante) e o laboratório especializado em controle tecnológico.

Figura 4. Imagem da utilização do concreto para execução das torres

Fonte: Autoria própria (2022)

Nesta etapa foi definido o número de amostras através da quantidade total fornecida por cada empresa de acordo com o percentual total que os respectivos concretos foram utilizados na obra. A empresa 01 forneceu o equivalente a 50,85% do total de concreto utilizado no Smart Vista do Sol 2, a empresa 02 forneceu cerca de 47,23% enquanto a empresa 03 forneceu apenas 1,92%.

Fora realizado o ensaio de slump test, sendo este obrigatório pelo menos 1 vez em cada caminhão de concreto (caso o concreto retirado passasse no ensaio de 1ª era realizado uma única vez, caso contrário era feita a dosagem novamente com a adição de água e o ensaio executado mais uma vez).

3.3. AVALIAÇÃO DOS DADOS DE CONSISTÊNCIA E RESISTÊNCIA

O laboratório moldou 6 corpos de prova para cada caminhão betoneira (responsável pelo transporte do concreto), em cada concretagem se utilizou um mínimo de 4 e no máximo 6 carros de concreto, sendo assim cada dia eram moldados no mínimo 24 corpos de prova. Após a moldagem uma equipe do próprio laboratório fez o recolhimento dos corpos de prova para leva-los ao laboratório para a execução dos ensaios de compressão. Os resultados dos ensaios eram disponibilizados através de um link com os arquivos correspondentes e atualizados conforme os testes eram feitos nos corpos de prova.

Figura 5. Exemplo de laudo fornecido por laboratório especializado

Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos de Concreto - NBR 5739

Contratante: MALBEC EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA
Obra: SMART VISTA DO SOL
Data Moldagem: 01/09/2021
Fck: 25,0 (Mpa) - Concreto estrutural
Fornecedor: SUPERMIX

Ensaio	Hora da Moldagem	Slump (mm)	N.F.	Peça / Estrutura	C.P.	Idade (dias)	Data do Ensaio	Carga (N)	Tensão (Mpa)	Tensão Exemplar (Mpa)
05784/21	17:44	730	31207	1/2 PAREDE DO 2° PAV. LADO B - TORRE 11	1	1	02/09/21	53.300	6,8	6,8
05784/21	17:44	730	31207	1/2 PAREDE DO 2° PAV. LADO B - TORRE 11	2	1	02/09/21	49.300	6,3	
05784/21	17:44	730	31207	1/2 PAREDE DO 2° PAV. LADO B - TORRE 11	3	7	08/09/21	217.400	27,7	28,6
05784/21	17:44	730	31207	1/2 PAREDE DO 2° PAV. LADO B - TORRE 11	4	7	08/09/21	224.700	28,6	
05784/21	17:44	730	31207	1/2 PAREDE DO 2° PAV. LADO B - TORRE 11	5	28	29/09/21	314.400	40,0	40,0
05784/21	17:44	730	31207	1/2 PAREDE DO 2° PAV. LADO B - TORRE 11	6	28	29/09/21	306.800	39,1	

Fonte: Dropbox CS Verçosa (fornecida pelo laboratório) (2022)

Através dos laudos recebidos de um laboratório especializado em ensaios de concreto, pudemos avaliar os resultados. Com a elaboração de uma planilha auxiliar, foram descritos todos os resultados dos ensaios de resistência à compressão, estes foram apresentados em forma de gráficos para melhor elucidação do desempenho do concreto fornecido por cada empresa.

Figura 6. Trecho da planilha auxiliar

TORRE 09													
PAV.	FORNECEDOR	LADO A					COMPLEMENTO	FORNECEDOR	LADO B				COMPLEMENTO
		1º CARRO (MPa)	2º CARRO (MPa)	3º CARRO (MPa)	4º CARRO (MPa)	5º CARRO (MPa)			1º CARRO (MPa)	2º CARRO (MPa)	3º CARRO (MPa)	4º CARRO (MPa)	
TÉRREO	EMPRESA 01	25,7	30,5	30,7	29,5	-	-	EMPRESA 03	25,4	23,3	24,0	30,1	-
1º	EMPRESA 03	27,1	22,9	32,3	25,1	18,2	-	EMPRESA 02	41,7	44,8	45,6	44,9	-
2º	EMPRESA 02	38,9	41,0	40,2	40,8	40,9	-	EMPRESA 02	39,9	41,8	36,2	35,0	-
3º	EMPRESA 02	28,7	42,7	40,9	40,6	40,9	-	EMPRESA 02	40,4	43,4	38,7	36,6	-
4º	EMPRESA 02	33,8	31,4	34,8	37,0	32,6	-	EMPRESA 02	39,5	42,9	41,2	33,7	-
PLATIBANDA	EMPRESA 02	38,1					-	EMPRESA 02	37,8				-
RADIER	EMPRESA 01	31,9	33,4	37,3	41,3	39,0	-	-					

Fonte: Autoria própria (2022)

3.4. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONSISTÊNCIA DO CONCRETO EM SEU RESULTADO FINAL

Com a elaboração dos gráficos, avaliamos os resultados neles presentes, e de acordo com os mesmos foi possível averiguar a relação direta entre consistência e resistência dos concretos utilizados.

3.5. DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE AMOSTRAS

Realizada a verificação da quantidade de concreto fornecido por cada empresa foi possível definir a quantidade de corpos de prova avaliados (que neste estudo de caso analisamos 100% dos corpos de prova moldados *in loco*), a divisão ficou da seguinte maneira:

Tabela 1. Quantidade de corpos de prova.

Corpos de prova	
Fornecedor	**Qtde.**
Empresa 01	1434
Empresa 02	1332
Empresa 03	54

Esta definição se deu pela quantidade de corpos de prova retirados de cada carro de concreto, são 6 unidades para cada caminhão betoneira (2 corpos de prova para rompimento com 12 horas, 2 corpos de prova para rompimento com 7 dias e 2 corpos de prova para rompimento com 28 dias de idade).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ACOMPANHAMENTO IN LOCO DA APLICABILIDADE DO CONCRETO

A utilização do concreto na obra em questão vinha acompanhada de um controle tecnológico realizado por uma empresa terceirizada especializada neste tipo de processo. Após o recebimento do concreto fora realizado o ensaio de Slump Test para determinar a trabalhabilidade presente no material, posteriormente realiza-se a moldagem de corpos

de prova para a realização de ensaios de compressão em tempo pré-determinado (12 horas, 7 dias e 28 dias de idade).

Figura 7. Execução de paredes de concreto

Fonte: Autoria própria (2022)

Com a elaboração de uma planilha auxiliar (mostrada abaixo), foram descritos todos os resultados dos ensaios de resistência à compressão, estes foram apresentados em forma de gráficos para melhor elucidação do desempenho do concreto fornecido por cada empresa.

Tabela 2. Tabela de fornecedores de concreto, suas respectivas resistências e consistências

Item	Capital Mix	Supermix	Polimix
Resistência Média (Mpa)	24,8	36,1	25,4
Consistência (cm)	22	18	12

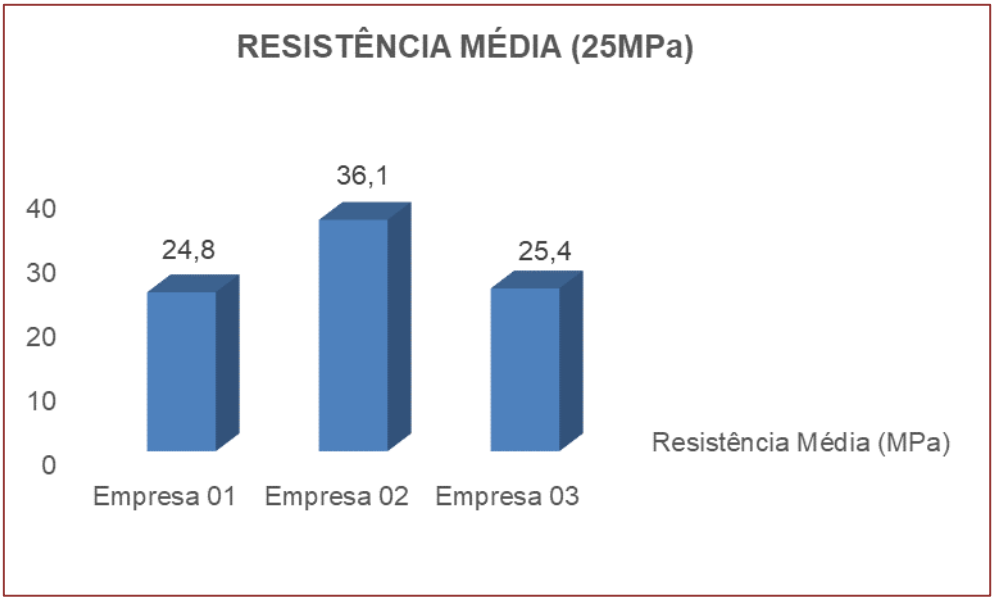
Fonte: Autoria própria (2022)

4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Com a elaboração dos gráficos, avaliamos os resultados neles presentes, e de acordo com os mesmos foi possível averiguar a relação direta entre consistência e resistência dos concretos utilizados.

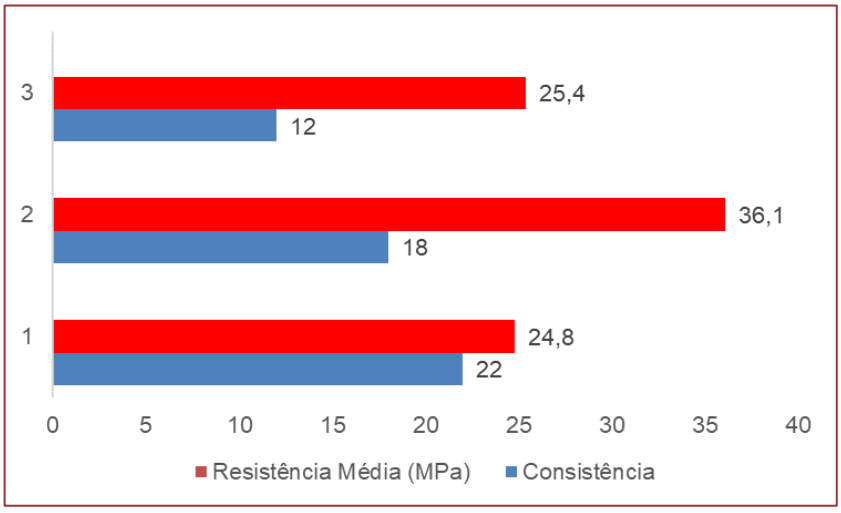
Conforme apresentado no gráfico a cima, é possível perceber que não há uma relação diretamente proporcional entre resistência e consistência (já que o de menor consistência não possui a menor resistência e vice-versa), porém é perceptível que os concretos que possuíam menor consistência obtiveram resultados mais satisfatórios quanto a resistência final esperada.

Figura 8. Gráfico da resistência média do concreto fornecido pelas empresas



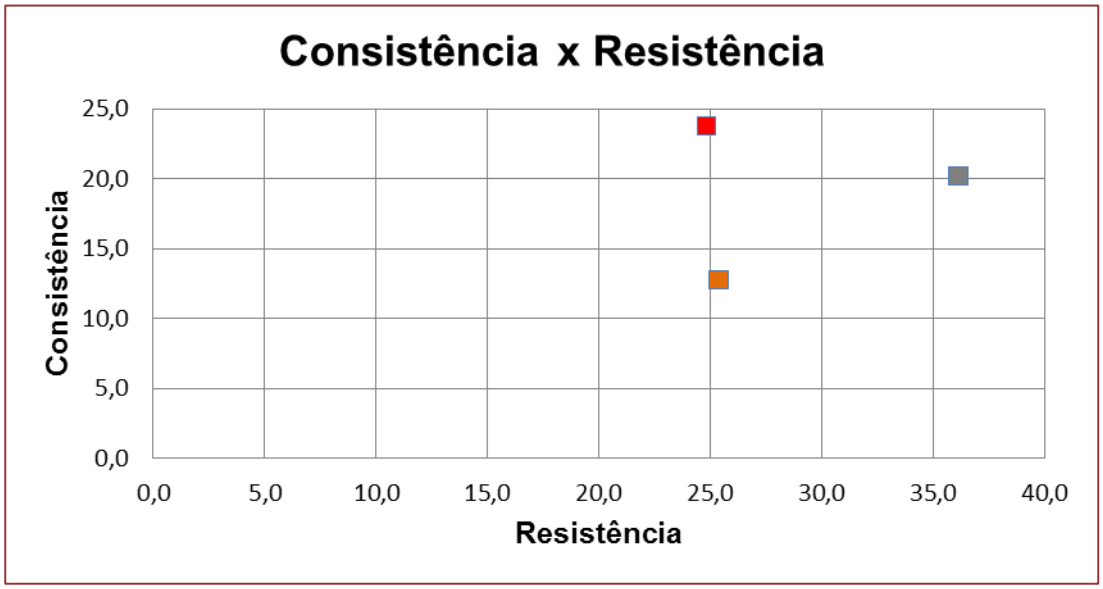
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 9. Gráfico da relação entre consistência e resistência dos concretos fornecidos



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 10. Gráfico da relação entre consistência e resistência dos concretos fornecidos



Fonte: Autoria própria (2022)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos objetos deste estudo foi possível obter o resultado final esperado já que em decorrência das análises feitas baseadas em laudos técnicos de resistência nos possibilitou avaliar a influência da consistência de concretos para paredes de concreto na sua resistência a compressão, por meio de ensaios experimentais, identificando os fatores que afetam o desempenho da parede de concreto.

Indubitavelmente como mostrado à cima, a empresa Capital Mix forneceu majoritariamente o concreto a obra Vista do Sol 2, e definimos o número de amostras para a análise dos dados, por meio de analise amostral, determinando o número de dados a ser analisado, desta forma a divisão ficou: 65% de amostras da fornecedora 01, 30% de amostras da fornecedora 02 e 5% de amostras da fornecedora 03.

Através do gráfico foi possível avaliar os dados de consistência da amostra definida, por meio de análise estatística, analisando a variabilidade entre a consistência e resistência final.

Objetivamente a trabalhabilidade e resistência, destacadas não possuem resultados diretamente proporcionais, mas é possível perceber que os concretos que possuíam consistências menores obtiveram desempenho mais satisfatório quando submetidos ao ensaio de compressão quando relacionados ao concreto de maior trabalhabilidade.

Sendo assim, podemos destacar que este campo de pesquisa deve ser amplamente explorado, já que a execução de paredes de concreto tende a permanecer em ascensão durante um grande período de tempo.

É necessária maior atenção para avaliarmos outros tipos de diferenciações que podem existir no fornecimento de concreto para a construção deste tipo de estrutura, é preciso fomentar a curiosidade de nossos estudantes para o campo científico.

REFERÊNCIAS

[1] ANDRADE, Tibério. Tópicos Sobre Durabilidade do Concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (Ed) Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: Editora Ibracon, 2005.

[2] BAUER, L. A. F. Materiais de construção: Novos Materiais para Construção Civil. v.1. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

[3] NEVILLE, A. M. Propriedades do Concreto. São Paulo: PINI, 1997

[4] ABESC. HISTÓRICO DA ABESC, 2010.

[5] AGENCIA BRASIL, Minha Casa, Minha Vida é avaliado como impulsionador da retomada econômica, 02 jul. 2010.

[6] FLAVIANO, SILAS, PAREDE DE CONCRETO MONTADO IN LOCO: Um sistema construtivo, com uso em moradias de baixa renda.

[7] VALOR ECONÔMICO. Sistema industrial chega à construção, 17 ago. 2009

[8] PARRINI E SILVA, Paredes de concreto: utilização, características, viabilidade e execução, 2015

Capítulo 11

Analise teórica da ligação viga-pilar de um portico misto

Jháciton Daniel das Chagas Pinheiro

Resumo: Os Pórticos Mistos são formados, na maioria dos casos por pilares de concreto e vigas metálicas. Tem como classificação: Rígida,Semi-rígida e Articulada, existindo variações em seu comportamento. Diante disso, o objetivo geral visa estabelecer o comparativo entre dois tipos de ligação viga-pilar misto. Para alcançar esse objetivo geral será necessário está analisando suas resistências entre as ligações Viga-Pilar, avaliando a durabilidade das ligações e analisando a viabilidade técnica e econômica. Almeja-se com o resultado expressar suas características de resistência, avaliar suas características comportamentais e identificar, por entre o técnico e econômico, seu custo beneficio. Espera-se com esses resultados comprovar o comportamento das ligações Viga-Pilar de concreto e metal: Parafusada e com Chapas de aço. Verificando através do momento rotação, sendo elaborado por um diagrama. Representando a rigidez rotacional das ligações. Marcando o comportamento semi-rígido, sendo a ligação financeiramente viável: Ligação Viga-Pilar Parafusada.

Palavras-chave: Pórticos Mistos. Viabilidade técnica e econômica. Ligações Viga-Pilar.

1. INTRODUÇÃO

Os pórticos mistos são formados, na maioria dos casos por pilares de concreto e vigas metálicas, que juntas garantem características importantes para a estrutura. Na engenharia, os pórticos mistos vem se desenvolvendo de forma exponencial aos decorreres do tempo. A pesar dos componentes: Pilar de concreto e viga metálica serem diferentes, suas características quando unidas se complementam, obtendo vantagens em aspectos estruturais e financeiro.

As ligações desempenham uma função fundamental no comportamento da estrutura viga-pilar. Dependendo do tipo de ligação, por existirem em reações onde concentra-se tensões normais e tangenciais, haverá variação em seu comportamento. Sua classificação tende a ir de acordo com a rigidez, havendo três.

Nesse contexto, o objetivo geral deste artigo é estabelecer o comparativo entre as viga-pilar quanto a resistência, durabilidade e viabilidade econômica, por meio de pesquisa teórica, caracterizando as vigas-pilar.

Este estudo é de suma importância para o meio acadêmico, pois estabelece o comparativo entre as ligações viga-pilar mistas, tendo como perspectiva sua aplicabilidade e custo, mostrando ligações exeqüíveis. Logo, nesse estudo será abordado os conceitos de pórticos mistos, conceitos das ligações parafusada e ligação com chapa de aço, resistência da ligação parafusada e ligação com chapa de aço, a durabilidade entre as ligações, e também sua viabilidade técnica e econômica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PORTICO

A efetividade do pórtico na construção civil consiste nos tipos de pórticos de acordo com a sua rigidez.

Existem pórticos que são classificados de acordo com a rigidez. Os pórticos possuem classificação em termos de capacidade de rotação e rigidez, com isso resultando na as escolha adequada em termos de rigidez (CATARINA, 2017). Através da classificação de rigidez, nota-se o tipo de estrutura e seu comportamento.

Porticos rolantes são utilizados para aplicações de edifícios em áreas externas. A utilização dos Porticos Rolantes são realizadas em ambientes externos a edificações, possibilitando a movimentação de carga em diversos sentidos, facilitando o deslocamento de cargas de ate 10 toneladas (TALINI, 2018). Os pórticos rolantes são bastante utilizados no deslocamento de cargas, a fim de reduzir o tempo de serviço.

Porticos de concreto armado são os mais utilizados. Sua utilização consiste por dentre as soluções de edifícios que possuem grandes vão (ALVES, 2020). Sua utilização continua muito solicitada, por conta da confiabilidade histórica, sendo pioneira na construção civil a décadas.

2.2. PORTICO MISTO

A relevância dos pórticos mistos na construção civil consiste na redução no prazo da obra e custo.

Os pórticos mistos são constituídos, na maioria dos casos, por pilar de concreto e viga metálica. Os pórticos mistos vem crescendo no meio da construção civil, por possuir diversas vantagens, obtidas através da combinação das vigas, pilares e pórticos, elevando o desempenho estrutural (BARROS, 2020). As vigas são metálicas por serem leves, garantindo um comportamento adequado, os pilares são de concreto por resistirem melhor a compressão.

Os pórticos mistos possuem componentes diferentes, alterando diretamente no prazo da obra por conta de sua praticidade construtiva. Na construção civil a uma necessidade de realizar as obras no menor prazo, as estruturas mistas possuem suma importância para a construção, pois através dela as obras vem se tornando mais pratico (VITOR, 2021). As construções realizadas no menor prazo são resultados da praticidade construtiva, técnica aplicada e estruturas mistas trabalhadas.

Os pórticos mistos resultam na redução de custo da construção e no tempo de obra. A otimização dos pórticos mistos podem ser inseridas a pratica, por meio de dimensionamento de estruturas, sendo uma delas a metálica, levando em consideração os custos incorporados ao dimensionamento (CAMARA, 2008). A redução de custo na construção ocorre por meio da otimização dos pórticos mistos, deixando, em partes, a obra mais pratica.

A relevância de dois tipos de ligações viga-pilar.

As ligações viga-pilar com chapa de aço possuem baixo custo de produção. As ligações com chapa de aço acarreta em inúmeras vantagens, havendo redução de peso das vigas, melhorias comportamentais, redução do custo de produção (PEREIRA, 2016). Suas vantagens são de suma importância na hora da escolha do tipo de ligação, pois mostra de forma explicita suas características.

As ligações viga-pilar parafusada na construção implica diretamente na sua alteração de rigidez. As estruturas que possuem ligações parafusadas resulta em sua rápida execução, sua classificação de rigidez se altera de acordo com o tipo de ligação (MENDES, 2020). Ligações mistas quase sempre iram implicar em uma rápida execução, se utilizada dentro do solicitado.

As ligações viga-pilar na construção mudam completamente a estrutura, pois altera diretamente em seu comportamento. As ligações viga-pilar implicam diretamente no comportamento da estrutura, alterando sua rigidez, uma vez que os esforços interferem diretamente no comportamento da estrutura (HENRIQUE, 2020). O comportamento estrutural obtido através das ligações são de suma importância, tendo sua escolha no planejamento da obra.

De acordo com o que foi apresentado, definiu-se que, as ligações viga-pilar irão sempre modificar, de acordo com o tipo, sua rigidez e comportamento. Ainda, podendo alterar seu tempo de obra, tendendo ao menor prazo.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Quanto aos procedimentos metodológicos, esta pesquisa classifica-se como: pesquisa básica pura; com relação a abordagem do problema e qualitativa e quantitativa; quanto aos objetivos é descritivo; já os procedimentos técnicos utilizados basearam-se na busca de parâmetros aceitáveis, sendo utilizado para isso pesquisa teórica.

Quanto aos procedimentos técnicos, foi realizado através de pesquisa teórica, baseada na análise de determinada teoria, utilizando para tal embasamentos, também teóricos e não experimentais.

A análise de resistência foi realizada através de dados estatísticos que visou estabelecer o desempenho da ligação viga-pilar parafusada e com chapa de aço.

Para estabelecer a durabilidade da viga-pilar, foi realizado estudo, por meio de dados secundários, avaliando seu comportamento, buscando caracterizar o desempenho da ligação viga-pilar.

A Avaliação da viabilidade técnico econômico da viga-pilar, buscou-se através de parâmetros aceitáveis os dados necessários, onde foi analizado o custo beneficio da obra.

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa

Fonte: Autoria Própria (2021)

3.1. ANALISE DA RESISTÊNCIA

Para a Analise de resistências foi feito um levantamento teórico de duas ligações: Viga-Pilar de concreto e metal parafusada; Viga-Pilar de concreto e metal com Chapas de aço. Onde foi-se tabelada de forma teórica os dados obtidos das ligações, expressando as características de resistência das ligações

3.2. AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE

Após a identificação das características das ligações Parafusadas e das Ligações com Chapa de Aço. Foi-se avaliado as características comportamentais, onde Buscou-se, por meios de dados secundários, sua durabilidade.

3.3. ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

Foi-se analisado as técnicas praticáveis para as ligações Parafusadas e com Chapa de Aço. Onde levou-se em consideração sua exeqüibilidade técnica através de parâmetros aceitáveis, onde foi-se obtido parâmetros para sua viabilidade econômica. De forma teórica foi-se identificado por meio de parâmetros levantados seu custo beneficio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

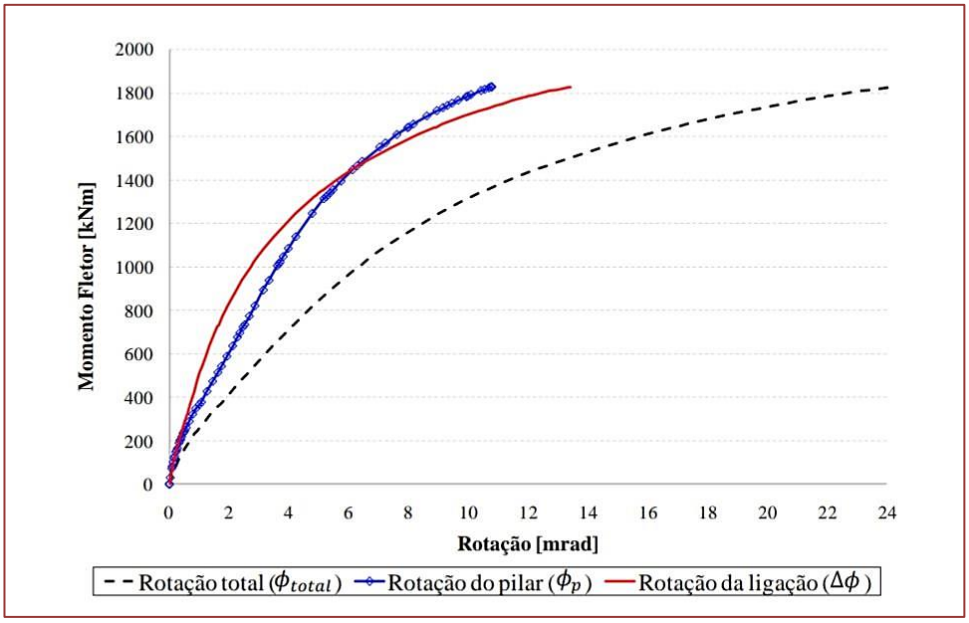
4.1. ANÁLISE DA RESISTÊNCIA

Para as ligações de Porticos, pelo mecanismo de mudança de carga ser distinto e por não existirem comprovações ensaiadas, é sugerido acatar perfis metálicos incorporados de partes resistentes e detalhar a ligação como uma ligação metálica, ou por

conseguinte, dimensionar a ligação exclusivamente a fim de transferir o cisalhamento, sem propriedade de transmissão de momento fletor (LANZA, 2011).

Na ligação mista, o momento fletor total elaborado é extraído das reações de apoio do modelo numérico fichado nas seções extremas do pilar, conforme a figura 1 abaixo:

Figura 1. Momento fletor total atribuído à rotação do pilar e rotação da ligação.



FONTE: Juliano Lanza Conceição, 2011.

Através da tabela 1, observa-se que a translação máxima no eixo y para a estrutura em ligações soldadas foi de 16% menor em relação a estrutura mensurada com ligações parafusadas, levando em consideração que as ligações foram analisadas com os mesmos tipos de perfis, nas duas estruturas (JESUS, 2019).

Tabela 1. Dados de ligações associadas à deformações estruturais.

DEFORMAÇÕES		LIGAÇÃO SOLDADA		LIGAÇÃO PARAFUSADA	
	Eixo	Mín	Máx	Mín	Máx
Translação (mm)	x	0,17	0,32	0,13	0,37
	y	0,05	3,12	0,14	3,72
	z	-6,25	-0,04	-7,12	-0,05
	Total	0,21	6,26	0,22	7,13
Rotação (mRad)	x	-2,21	2,32	-2,46	2,44
	Y	-2,2	2,31	-2,29	2,31
	Z	-0,03	0	-0,06	-0,01

FONTE: Danielade Jesus Lopes Lemes, 2019.

4.2. AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE

A avaliação da durabilidade é de valiosa importância, com o salto tecnológico do concreto são realizada vários tipos de peças com a sua resistência elevada. A aderência do cimento na ligação, entre a armadura e o concreto. Sendo resistente a tração o aço e o concreto a compressão, obtendo como resultado uma peça resistente, rígida e com sua vida útil elevada (UECKER, 2017).

A ligação Parafusada exerce forças que atuam na estrutura, sua rigidez é relacionada a análise elástica. É notável o balanceamento entre momento central das vigas e os de extremidade, onde ocorre uma redução dos comprimentos de flambagem dos pilares, elevando o grau de resistência, e causando uma redução no peso do aço ao dimensionar a estrutura, aumentando consequentemente sua vida útil (FERNANDO, 2007).

A durabilidade está diretamente ligada ao índice de resistência da ligação, sendo diretamente proporcional, na qual é sujeita a esforços.

4.3. ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

Para as ligações viga-pilar usuais, a ligação parafusada mostrou-se mais econômica, em relação aos materiais, mao-de-obra e execução. O aço é expressamente significativo quando se trata de fator não econômico, uma vez que o mesmo representa uma parte significativa na composição de custo das vigas e pilares (VIEIRA, 2016)

5. CONCLUSÕES

De modo que, a hipótese estabelecia que o comportamento das ligações viga-pilar é verificado através do momento rotação, sendo elaborado por um diagrama, representando a rigidez rotacional das ligações. Marcando o comportamento semi rígido, tangendo a mais financeiramente viável, a ligação viga-pilar parafusada.

Conforme os resultados obtidos pode-se comprovar que, a ligação viga-pilar é a mais econômica, uma vez que, sua mao-de-obra, execução e quantidade de aço é reduzida, onde o aço representa uma parte significativa na composição de custo das vigas e pilares.

Como o objetivo geral visava estabelecer o comparativo entre 2 tipos de ligação viga-pilar misto. Pode-se afirmar que o objetivo pretendido foi alcançado. Foi-se observado o momento fletor total das duas ligações retirado das reações de apoio, a sua rigidez e seu nível de resistência a tração e compressão onde a sua rigidez é relacionada a análise elástica e sua durabilidade a fator técnico e econômico.

Para contribuir nas lacunas encontrada é sugerível um estudo sobre perfis formados a frio em uma ligação viga-pilar por conta de suas excelentes vantagens em relação aos conectores usualmente comercializados, pois conta com seu posicionamento preciso possibilitando a ligação parafusada em chapa fina e com baixo investimento.

REFERÊNCIAS

[1] CONCEIÇÃO, Juliano Lanza. LIGAÇÃO MISTA VIGA-PILAR RESISTENTE A MOMENTO. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2011.

[2] LEMES, Daniela de Jesus Lopes. COMPARATIVO ENTRE LIGAÇÕES SOLDADAS E PARAFUSADAS ATRAVÉS DE ANÁLISE ESTRUTURAL COMPUTACIONAL. Trabalho de Conclusão deCurso. Anápolis, Goiás. 2019.

[3] JUNIOR, Paulo Cezar Dias DO Valle. AUTOMATIZAÇÃO DO CÁLCULO DE LIGAÇÕES PARAFUSADAS: LIGAÇÃO VIGA-PILAR RÍGIDA COM CHAPA DE TOPO E LIGAÇÃO VIGA-VIGA FLEXÍVEL COM DUPLA CANTONEIRA.Campo Mourão – Paraná. 2016.

[4] TINEO, Rafael Pereira. LIGAÇÃO MISTA VIGA-PILAR PREENCHIDO COM CHAPA PASSANTE: MODELAGEM NUMÉRICA E ANÁLISE PARAMÉTRICA. São Carlos – São Paulo. 2016.

[5] LAVALL, Armando Cesar Campos. BUONICONTRO, Lilian Mara S. SILVA, Renata G. Lanna da. COSTA, Rodrigo Sernizon. MAIA, Nilton da Silva. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO NÃO LINEAR DE LIGAÇÕES VIGA-PILAR PARA ESTRUTURAS DE AÇO. Revista Cilamce. Florianópolis – Santa Catarina. 2017.

[6] BARROS, Rafael C. PIRES, Dalilah. SILVEIRA, Ricardo A. M. LEMES, Igor J. M. ESTUDO NUMÉRICO DO COMPORTAMENTO TERMOMECANICO DE AÇO COMPOSTO EM 2D EM MOLDURAS DE CONCRETO. Cilamce. Foz do Iguaçu – Paraná. 2020.

[7] NETO, João Câmara. OTIMIZAÇÃO DO CUSTO DE ELEMENTOS METÁLICOS E MISTOS AÇO-CONCRETO SOB TEMPERATURA AMBIENTE E INCÊNDIO. Rio de Janeiro – Rio de Janeiro. 2018.

[8] SILVA, CelianeMendes da. FREIRE, Iago Vilar. FERRO, JailsonJosé Nunes. ALMEIDA, Pauline Bonfim de Araújo de. UCHÔA, Bruna Camerino Lira. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O USO DE LIGAÇÕES SOLDADAS E PARAFUSADAS EM ESRRUTURAS METÁLICAS. Cadernos de Graduação. Ciências Exatas e Tecnológicas. Alagoas. 2021.

[9] AGUIAR, Lucas Alves de. ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM LAJES NERVURADAS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO: PÓRTICO MODELO TEÓRICO E ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE ARACAJU/SE. Monografia. Sergipe – Aracajú. 2020.

[10] SILVA, João Vitor Vargas. ESTRUTURAS MISTAS E SUAS PARTICULARIDADES CONSTRUTIVAS. 2021.

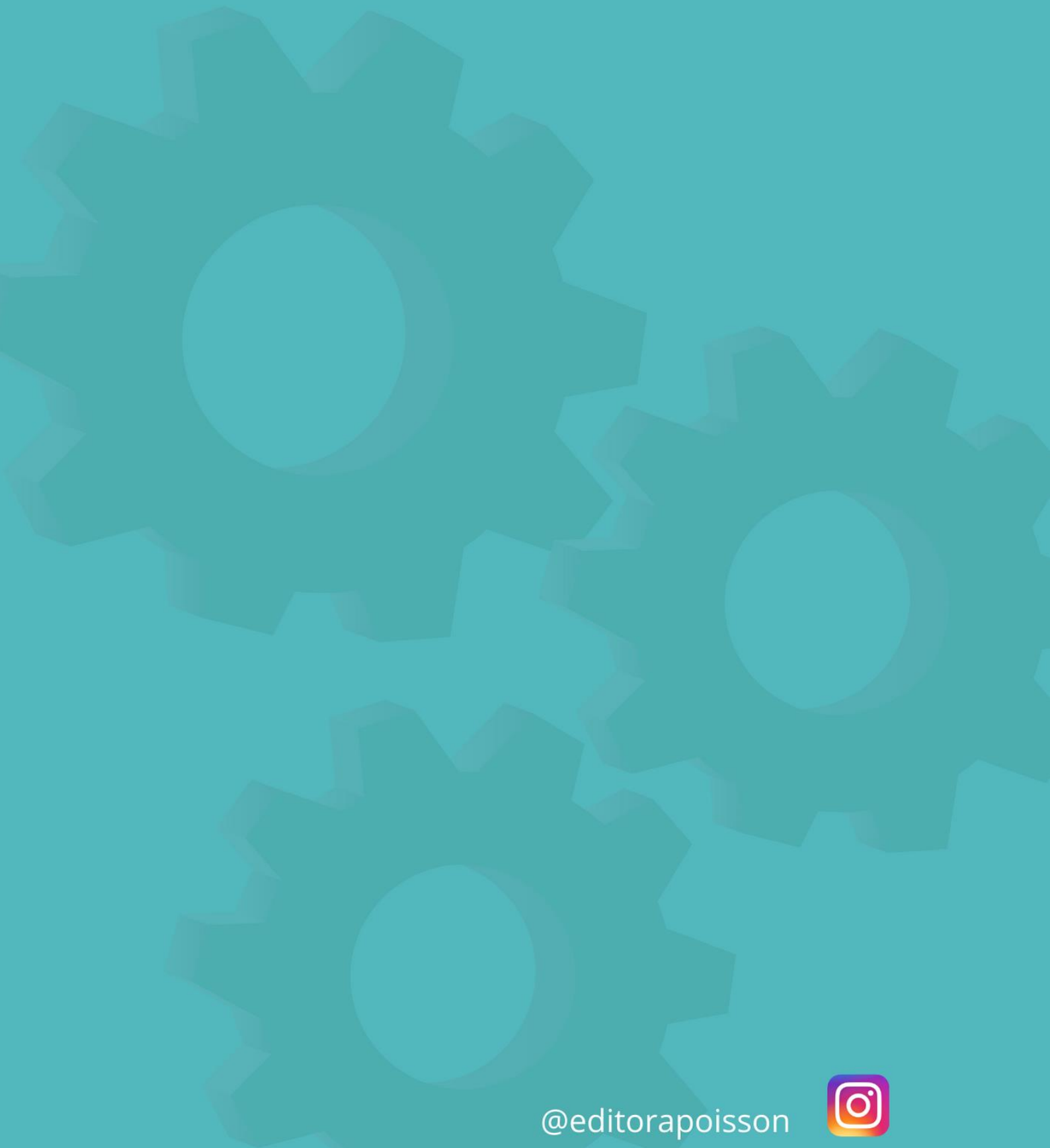
[11] SANTOS, Gustavo Henrique de Sousa. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA RIGIDEZ DAS LIGAÇÕES VIGA-PILAR NO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO. Palmas – Tocantins. 2020.

[12] CHITOLINA, Eduardo Uecker. ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA RIGIDEZ DAS LIGAÇÕES VIGA-PILAR NA ESTABILIDADE GLOBAL DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO. Trabalho de Conclusão de Curso. Santa Rosa – RS. 2017.

[13] SOUZA, Juslei Vieira. JUNIOR, Carlos Henrique Carvalho. IMPACTO ECONÔMICO CAUSADO PELA UTILIZAÇÃO DOS COEFICIENTES DE MAJORAÇÃO PARA SEÇÕES DE PILARES REDUZIDAS. II Seminário Científico da FACIG. 2017.

[14] QUIÑONEZ, Victor Fernando Angulo. COMPORTAMENTO DE LIGAÇÕES MISTAS VIGA-PILAR EM PERFIS FORMADOS A FRIO COM CONECTORES DE PARAFUSO E REBITE COM ROSCA INTERNA. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte - Minas Gerais. 2007.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br



@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson